

タイ国

ナムサイヤイ電源開発計画

流域計画調査報告書

昭和43年11月

海外技術協力事業団

禁止出持

用存保

JICA LIBRARY



1050019[7]

タイ国
ナムサイヤイ電源開発計画
流域計画調査報告書

昭和43年11月

海外技術協力事業団:

国際協力事業団

貸入 月日 '84. 3. 22	122
登録No. 01448	64.4
	KE

は し が き

日本政府は、タイ国政府の要請にもとずき、同国サイヤイ川電源開発計画のフィジビリティ調査を、昭和39年度に実施した第一次基礎調査に引き続き行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

当事業団は同国における計画の重要性に鑑み、その効率的な実施を期して電源開発株式会社徳野武氏を団長とし、7名の専門家からなる調査団を編成し、昭和42年10月16日より昭和43年3月13日まで約150日にわたり現地調査に派遣した。

調査団の帰国後約5ヶ月間の国内設計作業を行ない、ここに調査報告書提出の運びとなつた。

本調査報告書がタイ国の電力開発事業の推進に役立つとともに両国の友好親善と経済交流の促進に寄与するなら、これにまさる喜びはない。

終りに、本調査の実施に当り、支援を惜しまれなかつたタイ国政府関係者に対し、また調査団各位、現地において調査に協力された在外公館の方々、並びに調査団派遣に御協力いただいた通産省、外務省、電源開発株式会社に対し、この機会に厚くお礼申し上げます。

昭和43年9月

海外技術協力事業団

理事長 波 沢 信 一

伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 沢 沢 信 一 殿

貴職からの要請により、昨年10月より本年3月まで現地調査を行ないました。タイ国 Nam Sai Yai 電源開発に関する流域開発計画書が完成し、ここに提出する運びになりました。

この報告書は Sai Yai 川水系全般にわたり、その水源を最も有効に利用するための開発方法を明らかにしたもので、単に水力開発のみならず、農業開発についても検討が行なわれました。又この水系の一部の流域を変更する隣接の Prachantakham 川水系の開発についても言及されております。

Nam Sai Yai 流域開発計画の概要は次節に述べられております通り3貯水池と4発電所の建設により最大出力99MW、年間発生電力332,000MWhの電力が得られ、更に1貯水池の建設により13,300haの耕地にかんがいすることができます。

これらにより得られる便益・費用比率は年金利6%として1.20、又内部収益率は7.9%で開発地点として非常に経済的と申せます。

又 Prachantakham 川水系の開発は2貯水池、3発電所の建設により最大出力17.3MW、年間発生電力82,700MWhの電力が得られ3,000~4,000haの耕地にかんがいしようとするものでありますが、その経済性は内部収益率4.8%で Nam Sai Yai のそれよりも劣ります。

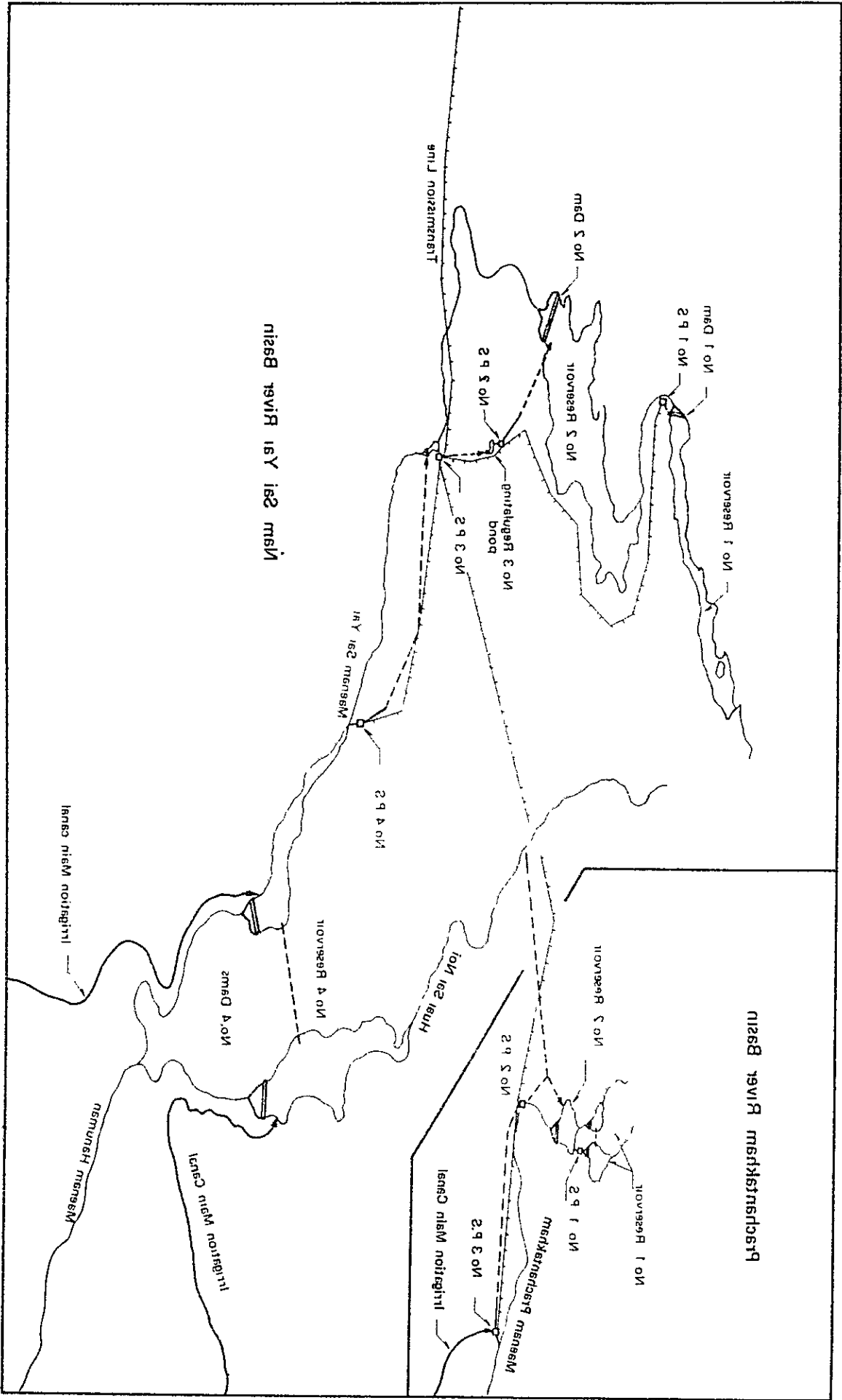
この報告書はその内容からいって、タイ国東北地方の電力開発を主体とする水資源開発の長期開発計画に大いに役立つものと確信いたします。

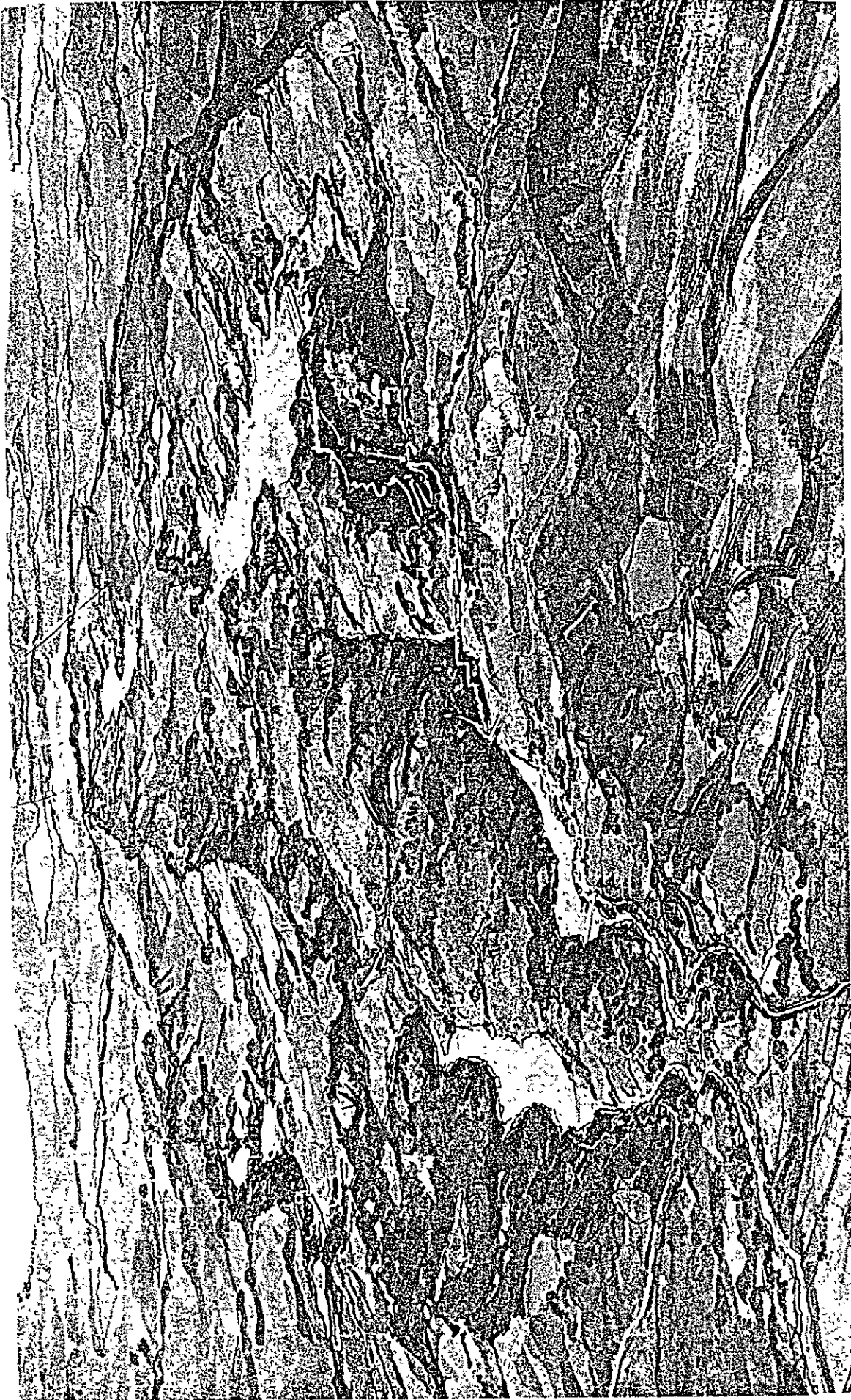
最後に現地調査ならびに報告書作成に当り協力をいただいた Boonrod Binson 博士、National Energy Authority, Mekong 委員会ならびに日本大使館の各諸官に対し、心から感謝すると共に、これらの開発が計画どおり実施され、タイ国経済の発展に寄与することを祈ってやみません。

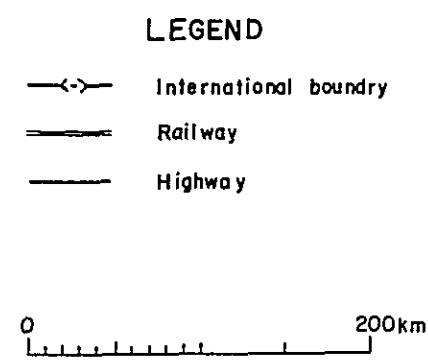
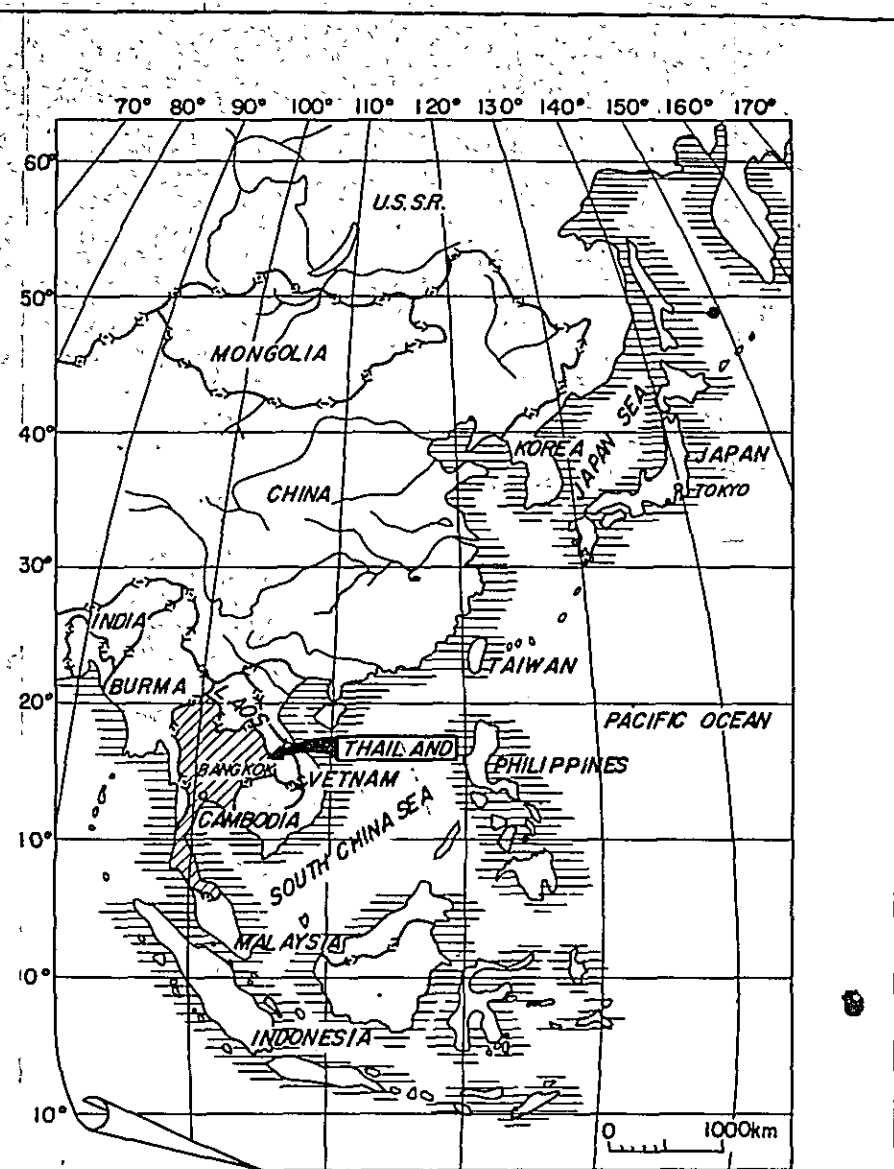
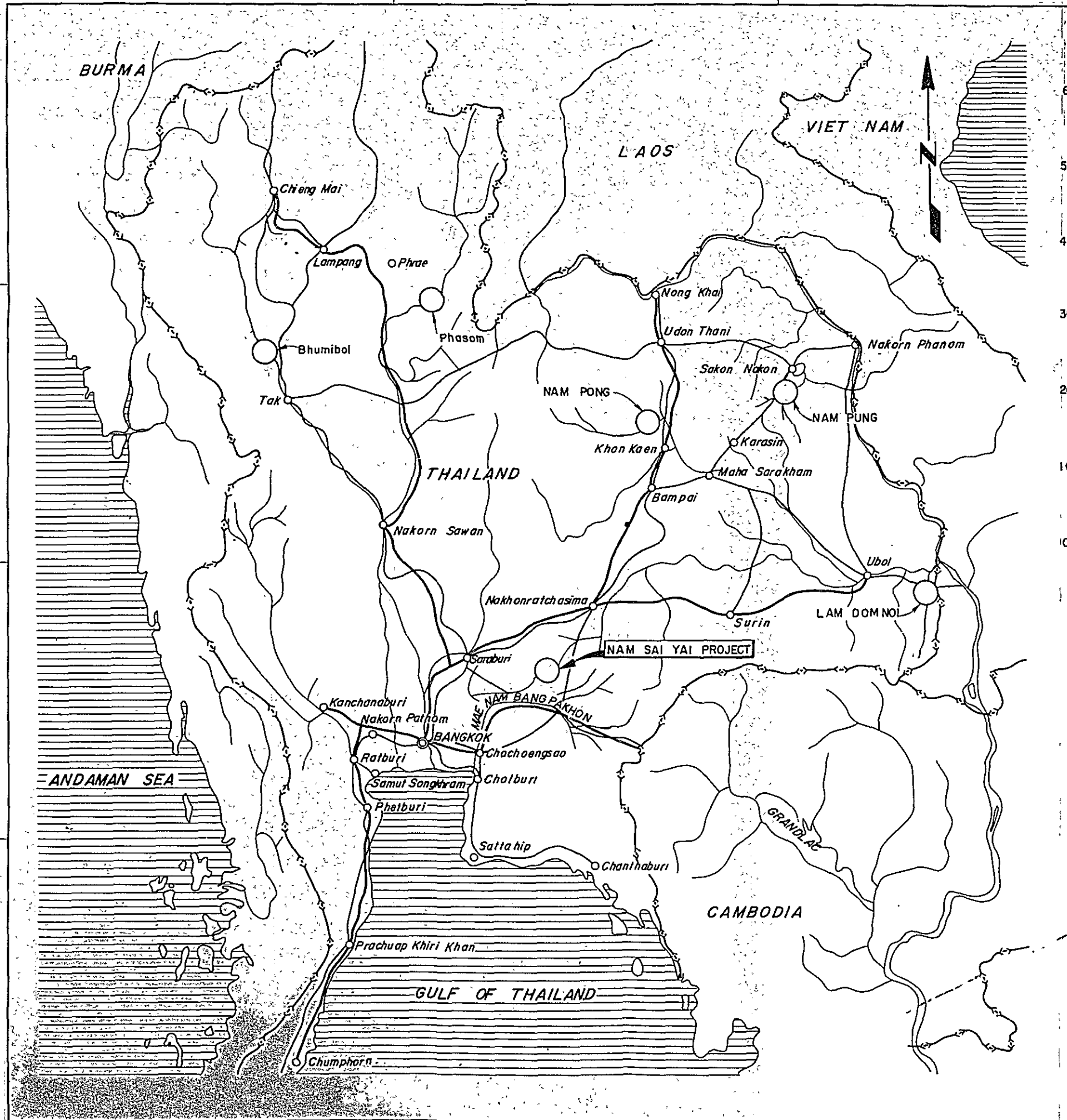
1968年 8月

タイ国 Nam sai Yai 電源開発調査団
団 長 徳 野 武









KEY AND LOCATION MAP

計 画 概 要

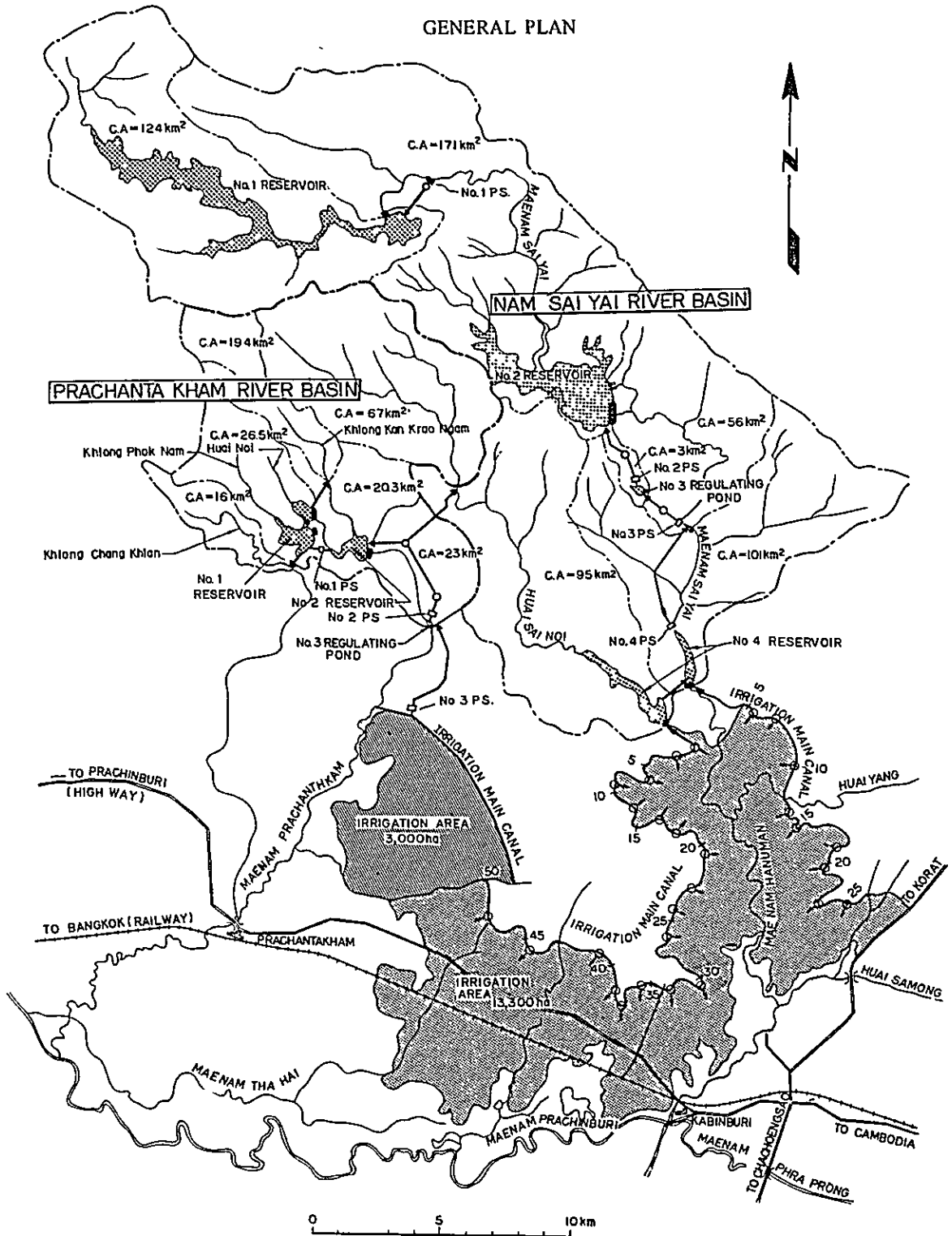
I Nam Sai Yai 川水系

(1) 貯水池, ダム	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
貯水池				455 (Sai Yai 川)
流域面積の合計 km ²	124	295	298	95 (Sai Nai 川)
満水位 (m)	727.5	591.0	510.0	44.0
有効貯水容量 (10 ⁶ m ³)	90.0	110.0	1.6	24.0
有効利用水深 (m)	14.5	15.0	3.0	7.0
ダム				
形 式	フィルダム	フィルダム	フィルダム	フィルダム
堤 高 (m)	59	40	28	39 45
堤 長 (m)	395	1,346	540	300 600
堤体積 (10 ³ m ³)	840	1,700 (Dikeを含む)	400	500 700
(2) 発電所	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
最大使用水量 (m ³ /S)	10.0	20.0	20.0	21.0
常時使用水量 (m ³ /S)	3.1	7.3	7.3	7.4
有効落差 (m)	86.7	74.3	333.3	119.4
出力 (kW)	8,000	12,000	58,000	21,000
年間発生電力量 (MWh)	21,000	42,000	190,000	79,000
(3) 送電線	115 kV × 134 km			
(4) かんがい				
かんがい面積 (ha)	13,300			
租用水量 (m ³ /S)	1.8 ~ 13.4		平均 82	
幹水用水路 (km)	76			
(5) 建設資金				
合 計	48,067,000 \$		(992,600,000 ¥)	
ダム	14,556,000 \$		(300,600,000 ¥)	
発電所 (送電線も含む)	29,889,000 \$		(617,200,000 ¥)	
かんがい	3,622,000 \$		(74,800,000 ¥)	
(6) 経済評価	便益 / 費用 = 1.20			

II Prachantakham 川水系

(1) 貯水池, ダム	16 1	16 2	16 3
貯水池 (km ²)			
流域面積の合計 (km ²)	62	149	172
満水位 (m)	365	277	45
有効貯水量 (10 ⁶ m ³)	36.5	7.2	0.2
有効利用水深 (m)	25	17	5
ダム			
形式	フィルダム	フィルダム	フィルダム
堤高 (m)	52.5	38.0	16.0
堤長 (m)	1,650	900	280
堤体積 (10 ³ m ³)	1,260	710	95
(2) 発電所			
最大使用水量 (m ³ /s)	5.2	7.9	8.0
常時使用水量 (m ³ /s)	1.7	2.6	2.6
有効落差 (m)	74.1	208	22.4
出力 (kW)	3,000	13,800	470
年間発生電力量 (MWh)	9,900	65,600	7,200
(3) 送電線	115 kV × 16 km		
(4) かんがい			
かんがい面積 (ha)	3,000 ~ 4,000 (4,000 ha の場合は貯水池の運用はかんがい専用となる)		
粗用水量 (m ³ /s)	0.1 ~ 3.4 , 平均 1.9		
幹線水路 (km)	20		
(5) 建設資金			
合計	13,716,500 \$ (283,200,000 ¥)		
(6) 経済評価	内部収益率	4.8%	

GENERAL PLAN

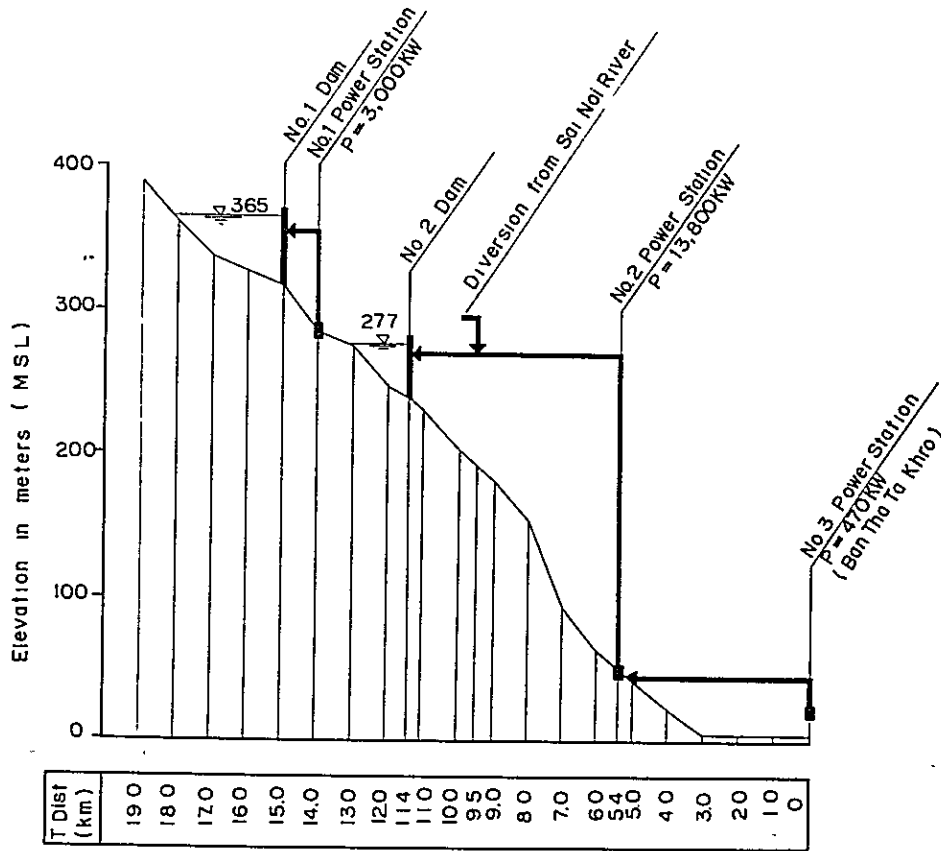


PRACHANTA KHAM RIVER BASIN

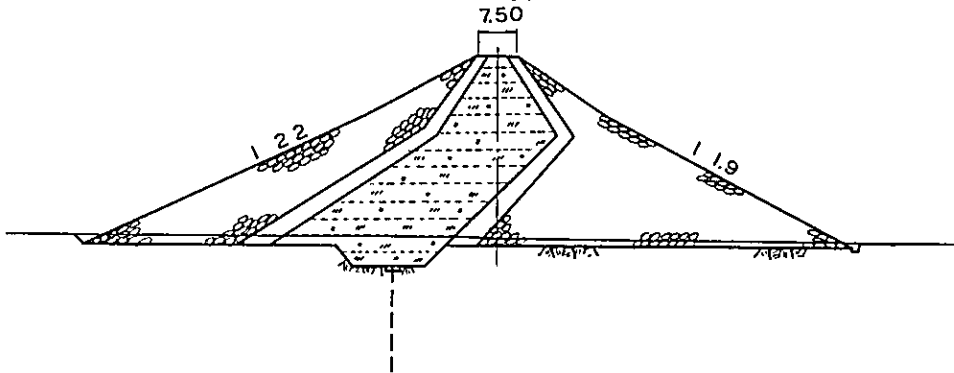
NAM SAI YAI RIVER BASIN

0 5 10 km

Prachantakham River Profile



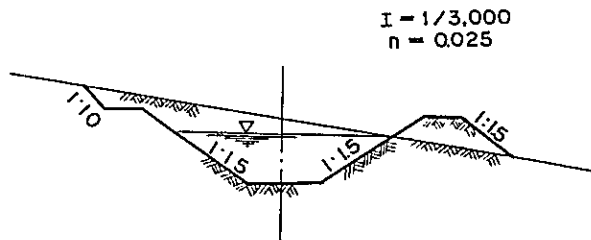
Rock-Fill Typical Section



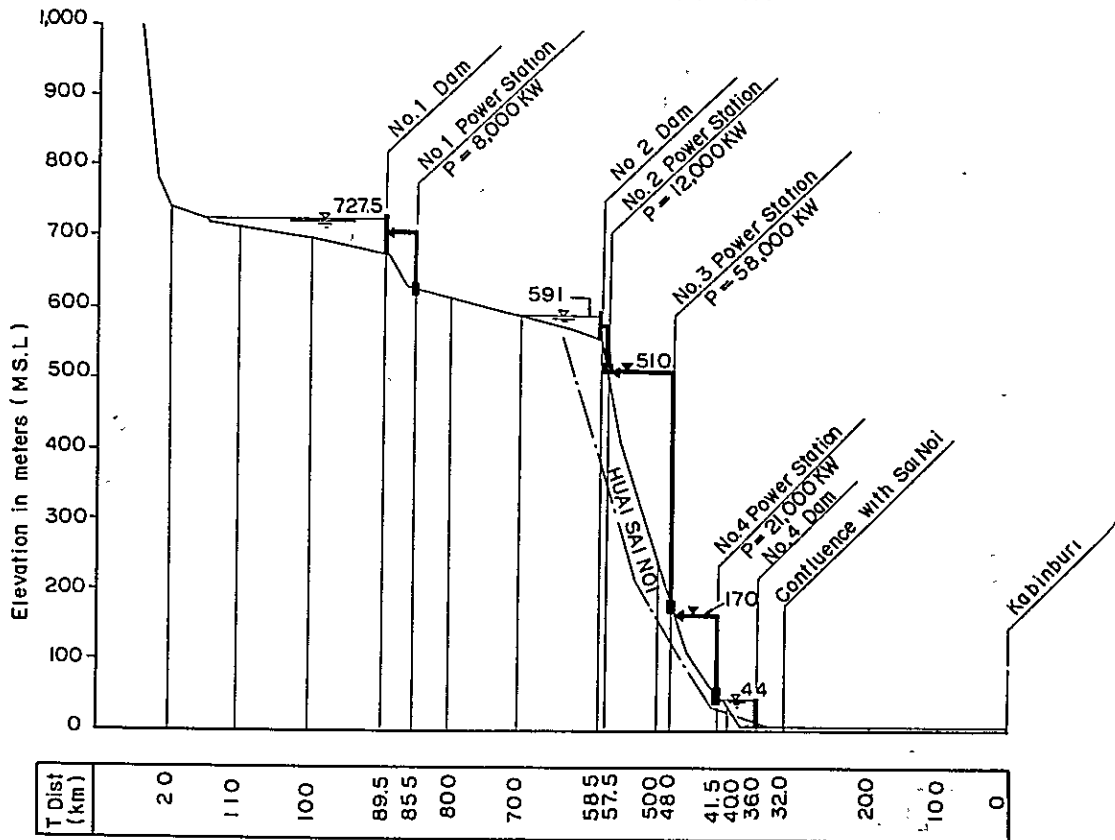
Typical Section of Tunnel



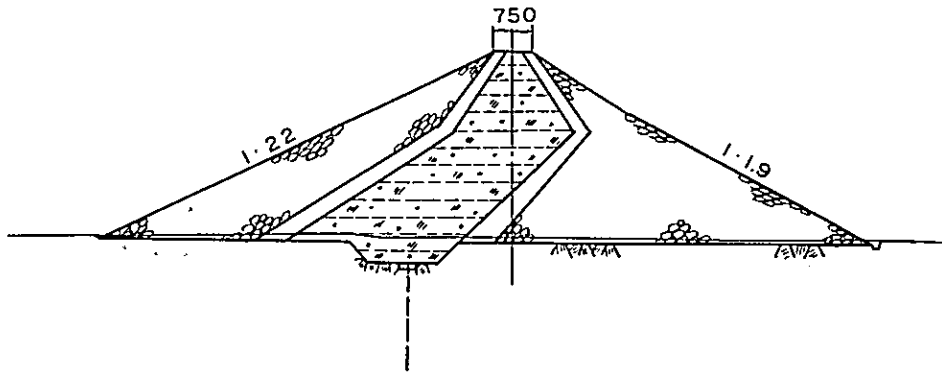
Typical Section of Irrigation Main Canal



Nam Sai Yai River Profile



Rock-Fill Typical Section

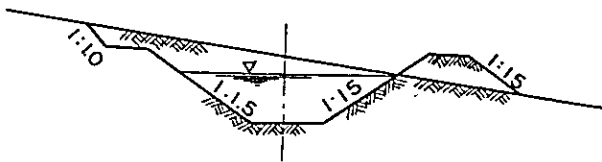


Typical Section of Tunnel



Typical Section of Irrigation Main Canal

$I = 1/3,000$
 $n = 0.025$



Unit and Conversion of Unit

mm	: Millimeter
cm	: Centimeter
m	: Meter
km	: Kilometer
sq.mm	: Square millimeter
sq.cm	: Square centimeter
sq. m	: Square meter
sq. km	: Square kilometer
ha	: Hectare
cu. m	: Cubic meter
gr	: Gram
kg	: Kilogram
ton	: Metric ton
m/sec	: Meter per second
c.m.s.	: Cubic meter per second
c.m.s.-day	: Cubic meter per second - day
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt hour
MW	: Megawatt
kV	: Kilovolt
kVA	: Kilovolt - ampere
MWh	: Megawatt - hour
r.p.m.	: Revolutions per minute
EL	: The height above mean sea level
° C	: Centigrade
p.p.m	: Parts per million by weight
%	: Percentage
\$: U.S. dollar
฿	: Baht
1 ha	: 10,000 sq.m, 6.25 rai
1 rai	: 1,600 sq.m, 0.16 ha
1 MW	: 1,000 kW
1 \$: 100 cent 1,000 mill 20.8 Baht, 360 Yen
1 ฿	: 100 Satang, 0.0481 dollar, 17.31 Yen

目 次

緒 言

伝 達 状

口 絵

位 置 図

計 画 概 要

単 位 及 び 換 算

第 1 章 緒 論 1 3

第 2 章 結 論 と 初 告 1 7

第 3 章 問 題 点 と 開 発 の 必 要 性 2 0

第 4 章 開 発 地 域 の 現 況 4 5

第 5 章 開 発 の 構 想 5 3

第 6 章 Sai Yai 川 水 系 の 開 発 5 8

第 7 章 Prachantakham 川 水 系 の 開 発 9 3

附 録

附 錄

I	水文解析	1 0 5
II	圖	1 1 2
III	表	1 3 9

第 1 章 緒 論

1. 1	経 緯	1 4
1. 2	調査目的と範囲	1 4
1. 3	調査と研究	1 5
1. 3. 1	現地調査	1 5
1. 3. 2	計画書の作成	1 5
1. 4	基礎資料	1 5

第 1 章 緒 論

1.1 経 緯

タイ国においては目下第二次経済開発5カ年計画(1966~'71)に基づく経済開発事業が各地で実施されている。

Sai Yai 川水系の開発もタイ国政府(National Energy Authority)以下NE NE A と称す)により採り上げられた経済開発事業の一つであって近年著しい割合で増加する電力の需要に応じると共に、下流の耕地にもかんがいの可能性を与えようとするものである。

この地点についてはNE A により数年前より調査が開始されていたが1965年にはタイ国政府の要請で日本政府(海外技術協力事業団以下OTCAという)は徳野武を団長とする6名からなる調査団を現地に派遣し、この地点の予備調査を実施した。その結果は1965年6月「タイ国ナムサイヤイ電源開発計画調査報告書」として報告された。

その後この報告書に基づきNE A により農業開発を含む流域開発計画が立案され、詳細な現地調査が継続された。

1967年5月タイ国政府は日本政府に対し流域開発計画の再検討ならびに早期着工地点のFeasibility調査の実施を要請した。

これにこたえ日本政府(OTCA)は1967年10月より1968年3月にわたり徳野武を団長とする7名からなる調査団を派遣し現地調査を行なった。

NOTE

※ REPORT ON BASIC STUDIES FOR DEVELOPMENT OF
HYDRAULIC POTENTIALS OF THE NAM SAI YAI
KINGDOM OF THAILAND

1.2 調査目的と範囲

今回の調査は1965年の予備調査に次ぐものであるが、電力を取りまく諸々の情勢の変化や、計画地点の詳細な調査の進展に伴ない流域全般の開発計画を再度検討する必要性が生じた。

従って今回の調査は上記流域計画の見なおしと、この流域計画のうち、最も優先度の高いと思われる地点(162貯水池と162および163発電所)のFeasibility調査の二つの目的があった。

この報告書は前者の目的で調査された結果をまとめたものであり、Sai Yai 川と、これ

に合流する Sai Noi 川（合流後は Hanuman 川と称す）につき記述されているが、これらの流域に隣接し、計画上密接な関係のある Prachantakham 川についても言及されている。

1.3 調査と研究

1.3.1 現地調査

現地調査は 1967 年 10 月中旬より 1968 年 3 月中旬までの 5 ヶ月間にわたり行なわれた。OTCA は現地調査を電源開発株式会社（以下 EPDC と称す）の下記 7 名の技術者に委任した。

団	長	徳	野	武	土	木
団	員	竹	村	檜	男	かんがい 排水
	"	湯	浅	省	三	土木
	"	佐	藤	英	男	"
	"	木	田		勉	電気
	"	角	田		東	かんがい 排水
	"	山	田	裕	威	土木

1.3.2 計画書の作成

計画書の作成は OTCA より EPDC に委託された。EPDC は現地で蒐集された諸資料に基づきチーフエンジニアの指揮のもと同社の技術者達により 1968 年 5 月より 7 月までの間にわたり検討が加えられ、本計画書が作成された。

1.4 基礎資料

今回の計画検討に用いられた下記諸資料は、NEA により提供されたもの、各機関から NEA を通じて得られたものである。

- (1) タイ王室地図局 (Royal Thai Survey Department) 発行の 1/50,000 と 1/10,000 の地形図。NEA により 162 及び 163 ダムサイト附近、162 及び 163 発電所附近、そして 162 発電所の取水地点より 163 発電所の鉄管路に至る、トンネルルート等の 1/2,000 の実測図。
- (2) Sai Yai 川及び近隣する河川に於ける流量資料は NEA 及び王室かんがい局 (RID) により提供された。
- (3) 雨量、蒸発、気温、湿度、風速等の資料は王室気象局 (Royal Meteorological Department) 及び NEA によって蒐集された。
- (4) 水質、土壌、等の試験結果は NEA により用意された。
- (5) Feasibility Report : Quae Yai 161 Hydroelectric Project, 1968 年 3 月 EPDC 作成

- (6) Nam Phrom Hydro-electric Power Project, Feasibility Report .
1967年8月 日本政府
- (7) Statistical Year Book, 1964 Thailand
- (8) Census of Agriculture in Changwad Prachinburi , 1963
- (9) Agricultural Statistics of Thailand , 1965
- (10) The Seminar on Agricultural Experimentation on Irrigated Land in
The Lower Mekong Basin (1966年1月23~26日)
- (11) 農林省統計調査部資料 (日本)
- (12) Report on The Chao Phya Project (RID)
- (13) The Soil of Thailand , By Robert L.Pendleton , Sarot Montrakun ,
1960
- (14) Chemical investigation on River Water of South-Eastern Asiatic
Countries (Report 1) , The Quality of Waters of Thailand by J.
Kobayashi , Okayama University Japan.

第 2 章 結論と勧告

2.1	結 論	18
2.2	勧 告	18

2.1 結 論

Sai Yai 川流域について水資源開発のための調査研究が行なわれた結果、次の結論が得られた。

- 1) タイ国の電力需要の増加は近年めざましいものがある。これに対応するための種々の設備増強計画が各関係機関において立案されているにも拘らず、全国的に見て1972年～1974年において供給力不足が生ずる。
- 2) タイ国においては人口増と経済発展に伴ない食糧の需要は急激に増加しつつある。又 Sai Yai 川下流地域は農業生産性が中央平原に比し低い。その原因の一つは水利の未開発にある。
- 3) Sai Yai 水系は水力の開発地点としては非常に有望である。即ち有効貯水量 $90 \times 10^6 m^3$ の $\#1$ および $110 \times 10^6 m^3$ の $\#2$ 貯水池の水と下流 $\#4$ 貯水池までの総落差約 690 m を利用して最大出力 99 MW で年間約 332,000 MWh の電力が非常に経済的に得られる。
- 4) 上流に発電所が出来ることにより、下流の流況は飛躍的に改善される。その結果比較的小規模な $\#4$ 貯水池 (有効貯水量 $24 \times 10^6 m^3$) を築造するだけで 13,300 ha の耕地に年間を越し、かんがい出来るようになり又 200 ha の耕地は洪水による浸水をまぬがれる。
- 5) これらの計画の経済性は次のとおりである。
上記計画より得られる超過便益は年利率 6% として 680,700 \$ ($14,100 \times 10^3 \text{ B}$)
便益費用比率は 1.20 となる。又内部収益率は 7.9% となる。
- 6) 経済性の面から見て、(B / C)、4 発電所のうち、 $\#2$ および $\#3$ 発電所が最も優先度が高い。
- 7) Sai Noi 川の水は Prachantakham 川に分水することによってのみ、そのエネルギーを利用することが可能となる。
- 8) Prachantakham 川水系では 3 つの貯水池を築造し、これらの水と総落差約 330 m を利用して 3 つの発電所 (最大出力 17.3 MW) から年間約 82,700 MWh の電力が得られ、下流で 3,000 ~ 4,000 ha の耕地にかんがい出来るようになる。但し経済性は内部収益率 4.8% 程度で Sai Yai 川水系の開発に劣る。

2.2 勧 告

前節で述べられた結論から次の勧告がなされる。

- 1) Sai Yai 川水系の水力開発として最も優先度の高いⅥ2およびⅥ3発電所とⅥ2貯水池の開発については、既に Feasibility 調査が、この調査と併行して実施されているが、ひき続き工事着手のための諸調査研究が行なわれるべきである。
- 2) Ⅵ4 発電所およびⅥ1 発電所関係については、ひき続き Feasibility 調査が実施されることが望ましく、さし当りⅥ1 貯水池ダムサイト、Ⅵ1 発電所およびⅥ4 発電所の主要構造物地点の測量および地質調査が実施されるべきである。（附録 Table 2-1 参照）
- 3) 将来の開発にそなえ、Ⅵ1 貯水池地点、Ⅵ4 貯水池地点の Sai Yai 側、同 Sai Noi 側および Prachantakham 川において、流量観測が継続実施される必要がある。
- 4) 農業開発は可及的速やかに実施されるよう諸種の調査が開始されるべきである。（附録 Table 2-1 参照）

特に隣接の諸流域開発との関連や、下流の排水不良地域の開発をも併せた Prachinburi 川全体の開発構想を明確にされる必要がある。

- 5) 農業開発は単にかんがい排水の施設を完備するのみで、目的を達することは不可能であり、農業環境の変化に応じた作物栽培が伴わなければならない。

従って栽培技術（農家経営も含め）普及のための研究が水利開発の研究と併行して行なわれることが望ましい。

又、果樹を新たに導入することは効果的であるが初期投資が大きい上、高度の栽培技術が必要とされるので、その導入の可能性につき充分調査研究される必要がある。

第 3 章 問題点と開発の必要性

3.1 電力事情	22
3.1.1 概況	22
3.1.2 需要想定	23
3.1.3 需給バランス及び開発の必要性	29
3.2 農業事情	43

圖

- Fig. 3 - 1 Power System of NEEA and YEA
- Fig. 3 - 2 Load Forecast for the Year 1968 - 1981
- Fig. 3 - 3 kW Balance (AID)
- Fig. 3 - 4 kW Balance (EPDC)
- Fig. 3 - 5 Load Forecast for the Northeast Region
- Fig. 3 - 6 kW Balance (NEEA)

表

- Table 3 - 1 Load Forecast for the Year 1968 - 1981
(AID Load Forecast for YEA System)
- Table 3 - 2 Load Forecast for the Year 1968 - 1981
(EPDC Load Forecast for YEA System)
- Table 3 - 3 Load Forecast for Northeast Region 1968 - 1981

3.1 電力事情

3.1.1 概況

Nam Sai Yai 発電所計画地域は Fig. 3-1 に示す様に、首都バンコックと東北地方の要街 Nakhonrachasima (Korat) との間に位置し、そのいずれにも 150 Km 以内の地理的にも極めてめぐまれた地点である。

電力系統は北部、中央部(Y E A の供給区域)^{※1}と東北地方(N E E A の供給区域)^{※2}とは、現在別々に運営されているが、1970年には連系送電線によって結ばれる予定である。従って Nam Sai Yai の発電所で発生した電力は、これらのいずれの地域にも供給されることになる。

北部及び中央部と東北地方とは、その社会的、経済的条件がかなり相違して居り、前者がタイ国電力需要のほぼ 85% を占め最も工業化の進んだ地域であるのに反して、後者は農業中心のタイ国では、最も開発の遅れた地域となっている。1963年の東北地方の1人当り国民所得は 1,299 Baht でこれは中央部の 30% にすぎない。

1人当りの電力消費量においても、1966年統計によると、Y E A 系統の 78 kWh/year に対して N E E A 系統では、 5 kWh/year にとどまっている。

近年のタイ国の電力需要の伸びは著しく、特にこの数年は驚異的な伸びが記録されている。1965年の需要の伸び率は 30.2% であり、1966年には 29.9% と極めて大きな値となっている。

この電力需要のいちじるしい増加の原因は、タイ国の工業化政策が効果的であり、活発な経済活動を反映したものと考えられる。ちなみに 1961~1963年の「第一次経済社会開発5カ年計画」の前半において国民総生産の平均増加率は目標の 5% を上まわって 6% が達成されている。1967~1971年の第2次経済社会開発5カ年計画では 3.5% の成長率が目標となっている。

Vietnam 戦争の影響がタイ国経済に良い結果をもたらしていることは、否定し得ないが、タイ国の経済はすでに確固たる基盤の上になっっているので、もし戦争が終結したとしても、この成長率はおとろえないものと考えられる。

東北地方では現在 N E E A が発電及び送電を行ない P E A がディーゼルによる小規模発電^{※3}および配電を行なっている。N E A は水力電源の開発は行いが完成後はこれを N E E A に移管して、運転保守は行なっていない。1965年に完成した東北地方の Nam Pung 水力発電所(6MW)がこの例である。NEAは更に東北地方南部、Ubon の近くに Lam Dom Noi 発電所の建設を計画して居り、1968年に着工、1970年に竣工が予定されている。この発電所の

完成と同時に115KV送電線によってUbon-Nakhonrachasima,Ubon-Mahasarakhamが結ばれ、東北地方の送電系統が完成されることになる。

NEEAはNam Pong, Nam Pung 両水力発電所と延長500Kmの115KV送電線を中心に東北地方に対する電力供給を行なっている。

Nam Pong 発電所は現在3号機の増設工事中であって1968年5月には最終出力25MWになる。

又NEEAはNakhonrachasima に15MWのGas Turbineを建設中であり、1968年5月に運転を開始する。引続いてUdon に15MW Gas Turbineの建設が計画されている。

更にNam Pong 発電所上流にNam Phron 発電所の計画があり、1967年日本政府調査団によってFeasibility調査が行なわれた。1972年の運転開始が予定されている。

一方先に述べた様に、1970年初めにYEA系統のAngthong変電所とNEEAのKorat 変電所間が115KV2回線で結ばれる計画が進められている。

東北地方の供給力は小規模ディーゼル発電を除いては、貯水池式水力のみであるので需要のbase load部分を分担する供給力が不足している。

YEAとNEEAとの連系が行なわれると連系送電線を通じて、YEA系統の大容量火力により、base load部分が分担され、水火力併用の最も望ましい運営が行なわれる様になる。また連系によって系統の信頼度が向上すると共に安価で豊富な電力の供給が可能となる。この連系によりタイ国の電力系統は地理的条件のために孤立している南部を除いて完全に連系が行なわれたことになり、連系のもつ意義は極めて大きいものと考えられる。またUdonとラオスの首都Vientianeを結ぶ115KV送電線の建設が1968年秋までに完成する予定である。この送電線によってタイ国からVientianeに電力を供給すると共に近く着工されるNam Ngum 計画の工事用電力をも供給することになっている。

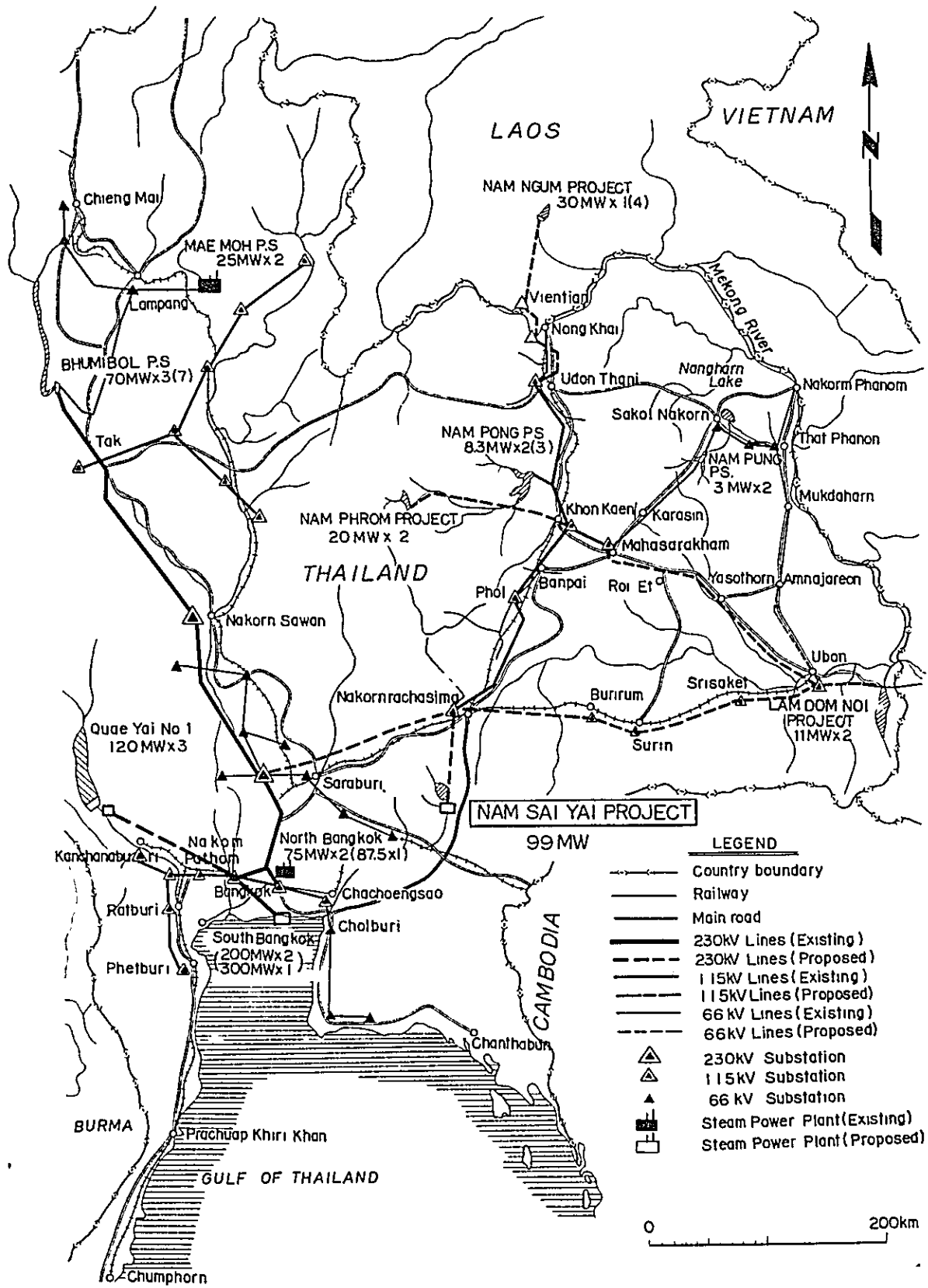
NEEAによって送電された電力は、変電所2次側でPEAに供給され、PEAはこの電力を需要家に配電している。PEAはディーゼル発電所により、電力を供給している孤立した町村を配電線延長工事によってNEEAの系統に接続することを計画している。この配電線拡充によりディーゼル発電所によるよりも安い電力が供給されれば新規需要家の増大と共に消費電力量の増大が期待される。

3.1.2 需 要 想 定

(1) 供給区域

先に述べた如く1970年にはYEAとNEEAの系統は連系され、Nam Sai Yaiの発電所が運転を開始するのは、

FIG. 3-1 POWER SYSTEM OF NEEA AND YEA



現在の調査工事の進捗状況、工事期間等から考えて、1973年以降と考えられるので、その時点では上記述系により Sai Yai 発電所で、発生した電力は YEA、NEEA、いずれの系統にも供給することが可能である。従って Nam Sai Project の供給区域としては、NEEA の供給区域のみならず、YEA の地域をも併せ考えるのが妥当と考えられる。

(2) 利用可能な需要想定

NEEA の供給区域に関する需要想定としては、1967年8月に作成された日本政府調査団による「Nam Phrom 電源開発計画フィジブラティ-調査報告書」がある。

同報告書では、東北地方の Loey を除く14県を対象区域として、1967~1981年の15年間にわたる需要想定を行なっている。東北地方は電灯需要が殆んど全てを占めているので、各変電所別の過去の実績より地域的特色を加味して、伸び率を想定し、これに配電線建設に伴う需要、工業の需要、かんがい用ポンプ設備の需要、軍事基地の需要、ラオスの需要を加えて、想定を行なっている。需要想定結果をみると、15年間平均の kWh の年平均伸び率は、14.6%で Peak Demand は1968年の35.8 MW が1981年には120 MW となっている。

一方 YEA 系統の需要想定については、1968年3月 EPDC が作成した「Quae Yai No.1 発電所フィジブラティ-調査報告書」がある。この報告書では YEA 供給区域の39県を想定対象地域として1971~1990年にわたる長期の需要想定を行なっている。

東北地方の様に開発の遅れた地域では、新規電源の開発は需要の急激な伸びをもたらすことがしばしば経験されて居るが、YEA 供給区域は配電網の整備された Load Center を有するので、電力需要の伸びは経済活動と密接な関係を有する。YEA 区域の需要想定はこの観点より GDP (Gross Domestic Product) と電力消費量との相関に基づいて行なわれている。即ち人口1人当りの電力消費量と人口1人当り GDP の間には、一定の関係があってこれは世界各国に適用できることが認められている。従って第2次国民経済社会開発計画 (Second National Economic and Social Development Plan) に予定されている GDP の伸びに年度別地域別補正を加え、人口増加率を想定して、上述の関係より Energy 需要が想定されている。

これらの報告書は、いずれもその供給地域に関する最新の需要想定であり、報告書作成後に将来の需要予測に関して、根本的影響を与える様な変化、或いは変更は発生していないので、これらを基にして Nam Sai Yai 計画地域の需要想定を求めることができる。但し Nam Phrom 報告書において下記の如き軽微な変更があり、この点の修正は必要である。

1) Nam Phrom 計画の出力が56 MW から40 MW になり運開時期は、1年繰上って

1972年と考えられていること。

ii) Nam Ngum計画の運開時期が1年遅れの1972年と考えられること。

iii) 1969年にUdonにGas Turbine(15MW)の設置が計画されていること。

iv) 1972年にKhon Kaenの近くのChoom Paeにセメント工場の建設が予定されていること。

又、YEA区域の需要想定に関しては、上記EPDCのもの他に、AIDが提出したものがあり、EPDCの想定よりは大きめの想定結果が得られている。この相違の原因については、明らかにされていないが、Quae Yai 161のフィジビリティ報告書では、安全側をとって設備計画用には、より大きなAIDの需要想定結果を、経済評価用にはEPDCの想定結果を用いているので本報告書でもそれにならうことにする。

Nam Sai Yai Projectの需要想定期間としては、Nam Phromの報告書にあわせて、1981年までの14年間を採った。Nam Sai Yai Projectの規模、開発の時期および供給力の有効化の検討を行うには、1981年までの想定で充分と考えられる。

(3) 需要想定結果

上述の2つの報告書による需要想定に必要な修正を施した結果を、Fig 3-2、Table 3-1、Table 3-2、に示してある。

Table 3-1によると、1973年のkWh需要はNEEA系統では 300×10^6 kWh、YEA系統では 6.150×10^6 kWhで、NEEA系統は、YEA系統の約5%に相当する。

Peak Demandでは、NEEA系統の83MWに対し、YEA系統では1,160MWで、NEEA系統は約7%である。系統の負荷率はNEEA系統では、工業負荷が少いため可成り悪く、41.5%であるのに、YEA系統では61%となっている。

需要の伸び率がNEEA系統で1968年、1970年に極めて大きいのは今まで連系されていなかったNam Pung系、Lam Dom Noi系の需要が新たに加えられているためである。NEEA系統の1981年までの平均伸び率は15%で14年間で7.1倍に増加している。

YEA系統では、kWh需要は14年間で8倍となり、年平均伸び率は16%である。

これらの伸び率はECAFE地域の開発途上にある諸国の過去の伸び率が年平均10~20%であることからみて、妥当な値と判断される。

又人口1人当りの電力消費量を求めると、人口増加率をNEEA系統；YEA系統で夫々3.2%、3.48%とすると、1973年には夫々23kWh、219kWh、1981年には夫々30kWh、404kWhとなる。

FIG. 3-2 LOAD FORECAST FOR THE YEA 1968 - 1981

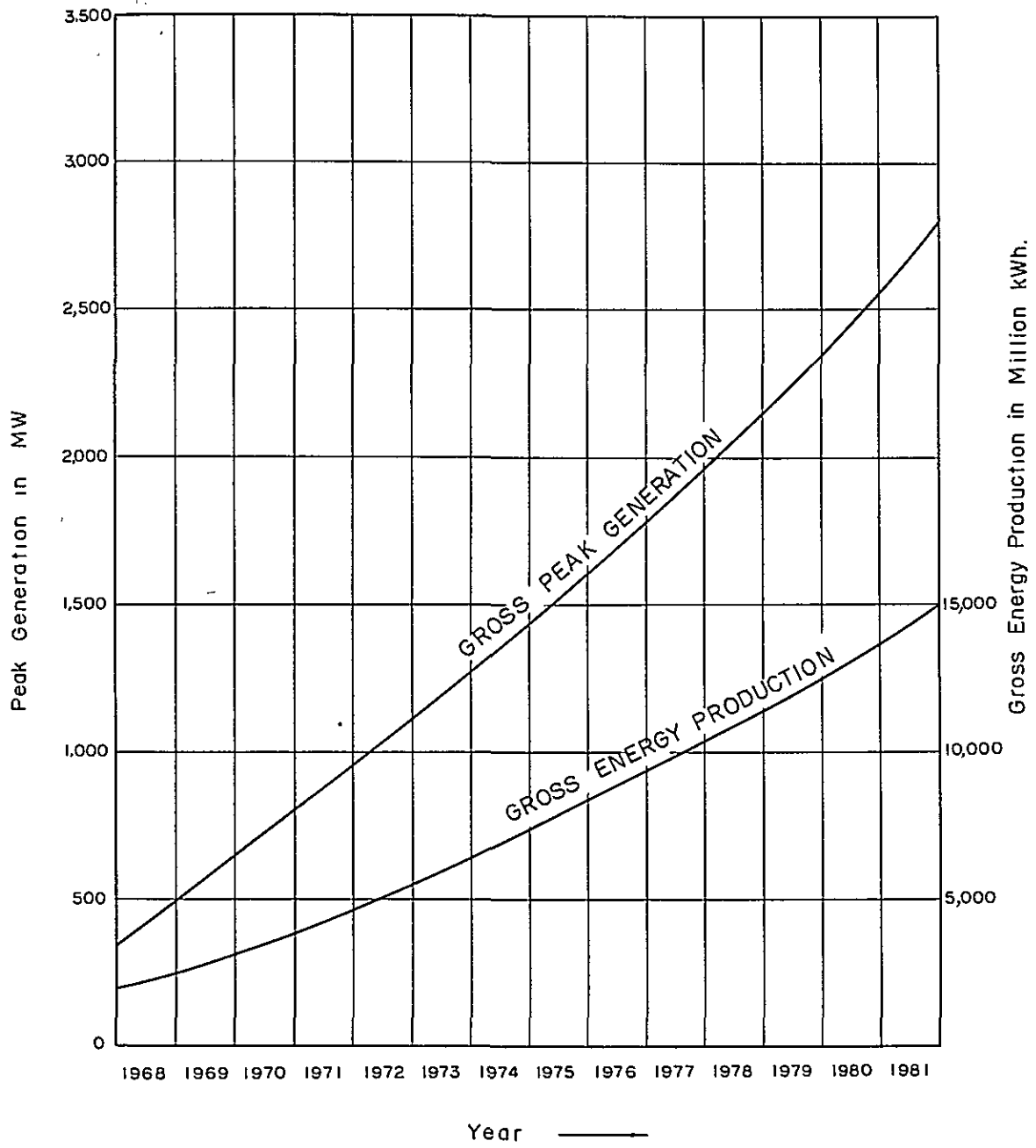


TABLE 3-1 LOAD FORECAST FOR THE YEAR 1968-1981
(AID LOAD FORECAST FOR YEA SYSTEM)

Fiscal Year	YEA System				NEEA System				Total			
	Energy Demand	Energy Growth Rate	Load Factor	Power Demand	Energy Demand	Energy Growth Rate	Load Factor	Power Demand	Energy Demand	Energy Growth Rate	Load Factor	Power Demand
	(million kWh)	(%)	(%)	(MW)	(million kWh)	(%)	(%)	(MW)	(million kWh)	(%)	(%)	(MW)
1968	2,330	28.7	59.5	447	123	76.0	38.0	37.1	2,453	30.5	57.8	484
1969	2,933	25.9	59.5	563	157	27.7	38.0	47.2	3,090	26.0	57.8	610
1970	3,631	23.8	60.0	691	220	40.0	38.6	65.0	3,851	24.7	58.2	756
1971	4,411	22.3	60.0	845	254	15.5	41.0	71.0	4,695	22.0	58.5	916
1972	5,275	18.8	60.5	995	280	10.2	41.3	77.5	5,555	18.5	59.0	1,073
1973	6,150	16.6	61.0	1,160	300	7.0	41.5	82.7	6,450	16.0	59.2	1,243
1974	7,047	14.6	61.0	1,319	322	7.2	42.0	87.5	7,369	14.3	60.0	1,407
1975	7,947	12.8	61.5	1,487	348	8.0	42.6	93.2	8,295	12.5	60.0	1,580
1976	8,897	12.0	61.5	1,651	371	6.7	42.6	99.5	9,268	11.7	60.5	1,751
1977	9,898	11.3	62.0	1,837	395	6.4	43.3	104	10,293	11.0	60.5	1,941
1978	10,929	10.4	62.0	2,012	420	6.3	43.2	111	11,349	10.5	61.1	2,123
1979	11,996	9.8	62.5	2,209	446	6.0	43.4	116	12,442	9.5	61.0	2,325
1980	13,154	9.7	62.5	2,403	474	6.5	44.3	122	13,628	9.5	61.7	2,525
1981	14,400	9.5	63.0	2,630	496	4.4	43.9	129	14,896	9.3	61.7	2,759

TABLE 3-2 LOAD FORECAST FOR THE YEAR 1968-1981
(EPDC LOAD FORECAST FOR YEA SYSTEM)

Fiscal Year	YEA System				NEEA System				Total			
	Energy Demand	Energy Growth Rate	Load Factor	Power Demand	Energy Demand	Energy Growth Rate	Load Factor	Power Demand	Energy Demand	Energy Growth Rate	Load Factor	Power Demand
	(million kWh)	(%)	(%)	(MW)	(million kWh)	(%)	(%)	(MW)	(million kWh)	(%)	(%)	(MW)
1968	2,253	24.4	59.5	432	123	76.0	38.0	37.1	2,376	26.0	57.7	469
1969	2,755	22.3	59.5	529	157	27.7	38.0	47.2	2,912	22.8	57.7	576
1970	3,313	20.3	60.0	630	220	40.0	38.6	65.0	3,533	21.5	58.0	695
1971	3,933	18.7	60.5	748	254	15.5	41.0	71.0	4,187	18.5	58.4	819
1972	4,582	16.5	60.5	865	280	10.2	41.3	77.5	4,862	16.3	58.9	943
1973	5,242	14.4	61.0	989	300	7.0	41.5	82.7	5,542	14.0	58.8	1,076
1974	5,970	13.9	61.0	1,117	322	7.2	42.0	87.5	6,302	13.8	59.7	1,205
1975	6,776	13.5	61.5	1,268	348	8.0	42.6	93.2	7,124	13.0	59.8	1,361
1976	7,657	13.0	61.5	1,421	371	6.7	42.6	99.5	8,028	12.7	60.3	1,521
1977	8,561	11.8	62.0	1,589	395	6.4	43.3	104	8,956	11.6	60.5	1,693
1978	9,468	10.6	62.0	1,743	420	6.3	43.2	111	9,888	10.4	60.9	1,854
1979	10,453	10.4	62.0	1,925	446	6.0	43.4	116	10,899	10.1	61.0	2,011
1980	11,530	10.3	62.5	2,106	474	6.5	44.3	122	12,004	10.0	61.5	2,228
1981	12,602	9.3	62.5	2,302	496	4.4	43.9	129	13,098	9.0	61.5	2,431

3.1.3 需給バランス及び開発の必要性

(1) YEA系統とNEEA系統が連系された場合

Nam Sai Yai Project の関連系統において供給力と需要との差がもっとも少ない所謂 Critical な条件を示す月を調べると12月がもっとも需給バランス上は、苛酷な条件を示す。従って12月の日負荷曲線について需給のバランスを検討した。供給力としては、NEEA系統では既設 Nam Pung , Nam Pong 両水力 Lam Dom Noi , Nam Phrom の各水力、および Gas Turbine (30 MW) を考慮した。

YEA系統では水力として Bhumibol , Phasom Quae Yai №1、Quae Yai №2、Quae Yai №3 の各発電所、火力では既設の North Bangkok (75 MW×2) の他に North Bangkok 増設、South Bangkok (№1～№3) Nuclear 400 MW および新規火力 (300 MW×3) と Gas turbine (15 MW×4) を考慮してある。

Fig. 3-3 の kW のバランスで判る様に、この系統では、1972年より供給力の不足がおこり1975年 South Bangkok №3 (300 MW) が系統に加わるまで、この電力不足は解消されない。6.8で述べる様に Sai Yai №2、№3 発電所は極めてすぐれた経済性を有する水力地点であるから、できるかぎり早期に開発し、この電力不足の解消に役立たせるのが得策である。開発の順序は経済性の高い順に行なわれるべきであり、本計画についての経済性の順位は6.5に述べるとおりである。現在考えられる最短工期をとると、Sai Yai №2 発電所は1973年、Sai Yai №3 発電所は、1974年に運転開始することが可能である。Fig.3-3ではこの様な時期に運転開始した場合の Sai Yai 発電所の運転状況を示している。Sai Yai 発電所は Bhumibol, phasom 発電所と同様、需要の peak 部分を分担して上記の供給力不足の一部をカバーする様に働いている。

Sai Yai №2 発電所は運転開始後3年で全出力が有効化し、又№3 発電所も同様に1977年以降は全て有効化される。№1、№4 発電所については、№2 と№3 発電所が開発実施後に行なわれるべきである。

(2) NEEA 系統単独の場合

前項では、需要対象地域を YEA と NEEA とを合せた供給区域とした場合の開発時期を述べた。その際の東北地方の需要想定は Nam Phrom の Feasibility Report に基本的に準拠したものである。しかし東北地方の需要想定については、これを上まわって伸びる可能性もあり、その場合についても検討をしておく必要があると考えられる。

このような大巾需要の増加の原因としては

- I) 1968～1972年にNEEA系統で新規電源開発およびそれに伴う配電網強化が行なわれ、需要の爆発的な伸びが考えられること。
- II) 現在の電気料金はPEA系統では residential use では極めて高いが、(I) の

電源開発に伴って低減される可能性が大きく、これが需要の増加をもたらすと考えられること。

iii) 現在までの N E E A 系統の電力消費水準がきわめて低位にあるため、まだまだ増加する余地があると考えられる。

Fig . 3 - 5 及び Table 3 - 3 に示したのは、上記考えにもとづいて作成した N E E A 系統の需要想定である。Sai Yai 計画が運転開始するのは 1973 年以降であり、その時点では N E E A 系統は Lam Dom Nai 系統をも含めた一体の系統を構成しているので、N E E A 系統 1 つとして、巨視的にとらえたものである。需要の伸び率は過去の実績から上のべた諸要因を加味して推定し、1968~1981 年間における k W h の平均伸び率は 12.4% と Nam Phrom の Feasibility Report の 15% に比し可成り大きめに想定した。これに想定した総合損失率、負荷率から Peak 需要を想定してある。

この需要想定に基づいて Nam Phrom の Feasibility Report と同様の手法、即ち Y E A との Tie Line からの受電々力が系統の供給予備力を上まわった時点において新規供給力を系統に投入するという考えをとることとして Sai Yai Project の運転時期を検討した。この場合、単独の N E E A 系統は供給地域として考慮された。この結果は Fig . 3 - 6 に示されている。

この場合、既設水力の他に Lam Dom Noi . Nam Phrom 及び Tie Line からの受電とを考慮した。供給予備力としては Gas Turbine (Korat . 及び Udon) 及び Nam Pong の 1 台分 8.3 MW を考えた。これは Gas Turbine は Y E A との Tie Line が出来るまでは、供給力不足のために高い負荷率で運転しなければならないが、Tie Line 完成後は、その運転特性と経済性から考えて系統の予備力として運営されるのがよいと判断されるからである。また Nam Pong 発電所はかんがい放流のため設計設備利用率 28% (3 台運転) による運転は行なわれないものと考えられるので 2 台運転とし 1 台は予備力としたものである。

Nam Ngum 発電所は自己の供給区域に電力を供給したあとの供給余力が残る見込であり、これを供給予備力と考えることもできるが、明確に決められていないため信頼性が低く、これに基づいて、設備計画を行うことは危険であるので今回はこれを一応除外して考えてある。

Fig . 3 - 6 の k W バランス検討の結果、1976 年及び 1977 年には、Y E A . Tie Line より受電電力は夫々 46 MW 及び 63 MW となりそれ以降系統の供給予備力 38.3 MW を大巾に上まわり、1976 年~1980 年に Sai Yai 161~164 発電所の竣工が必要となろう。

以上述べた様に N E E A 系統を単独に考え需要の伸びが可成り急激な場合の Sai Yai Project の運転開始時期は、1976 年頃と考えられる。従って 3.1.3 (1) で述べた如く、

FIG. 3-3 (1) KW BALANCE (A.I.D.)

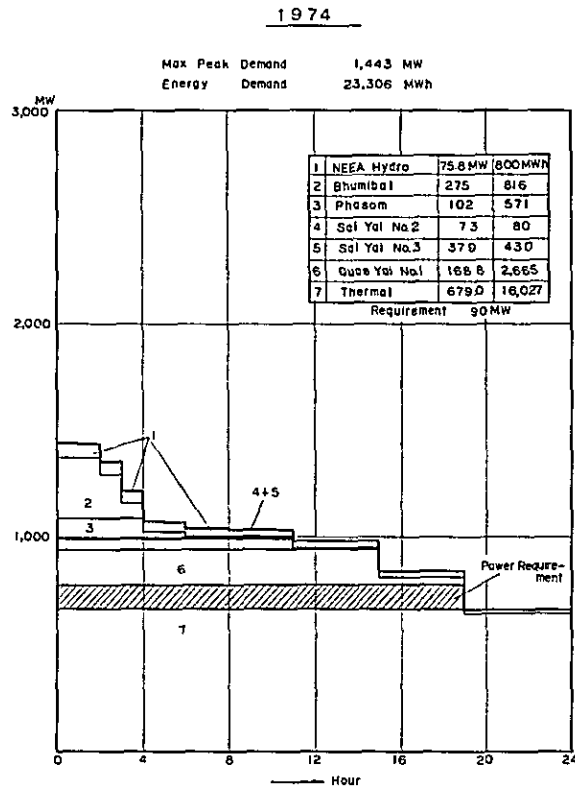
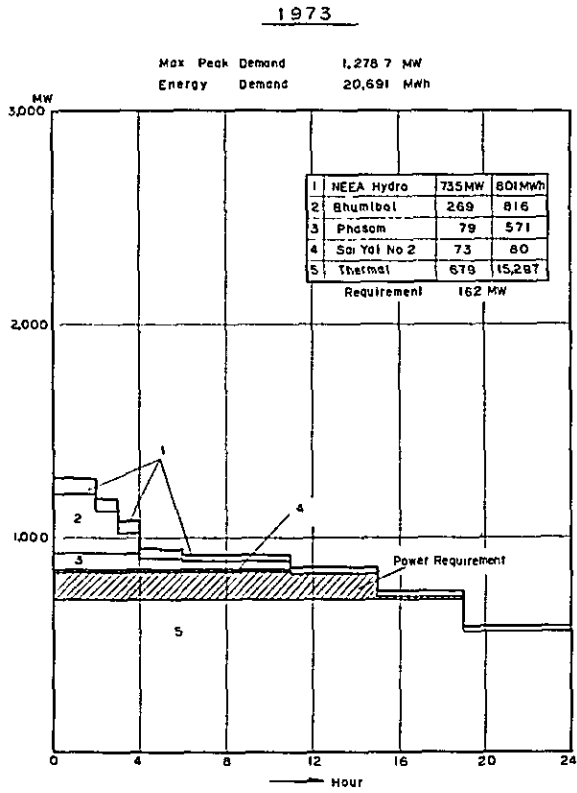
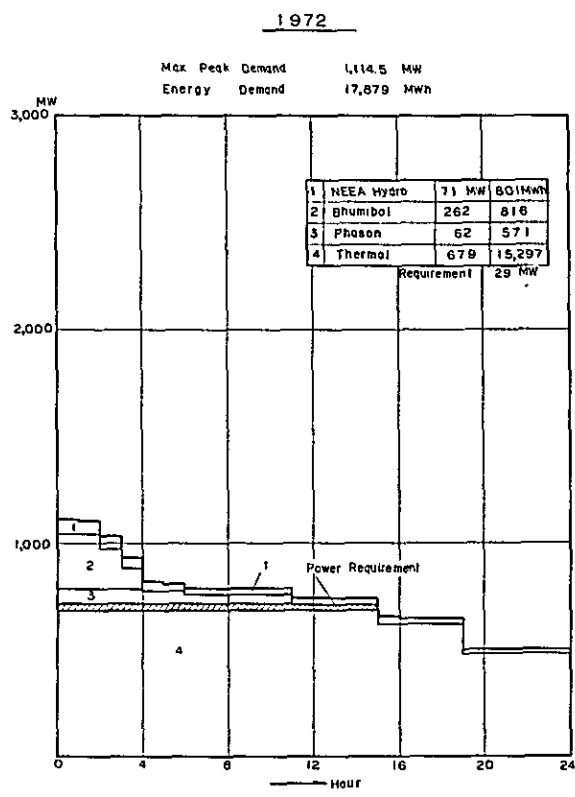
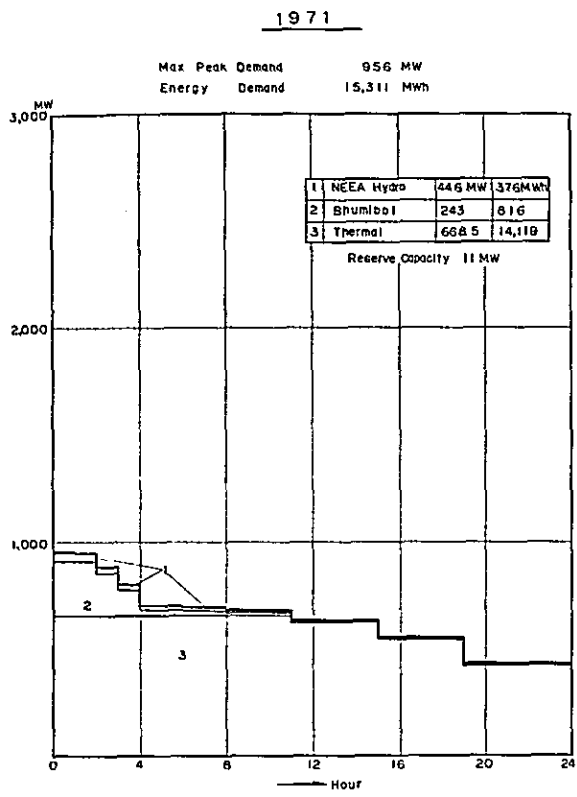


FIG. 3-3 (2) KW BALANCE (A.I.D.)

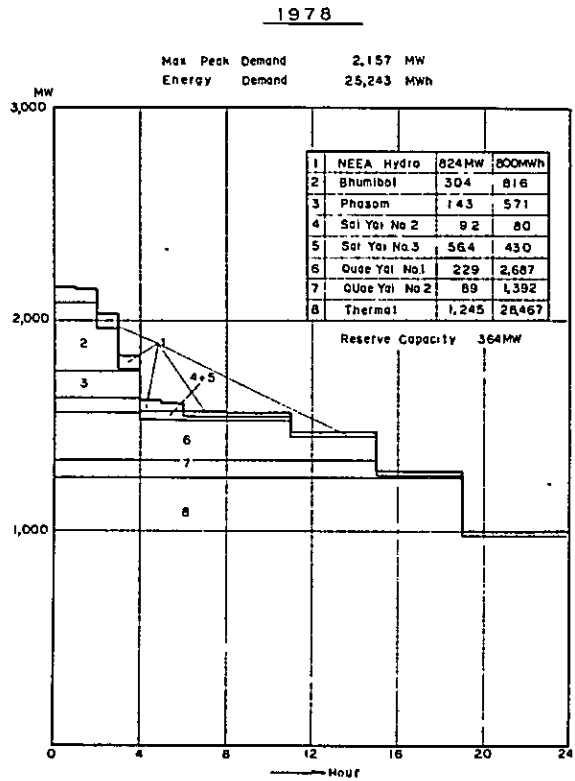
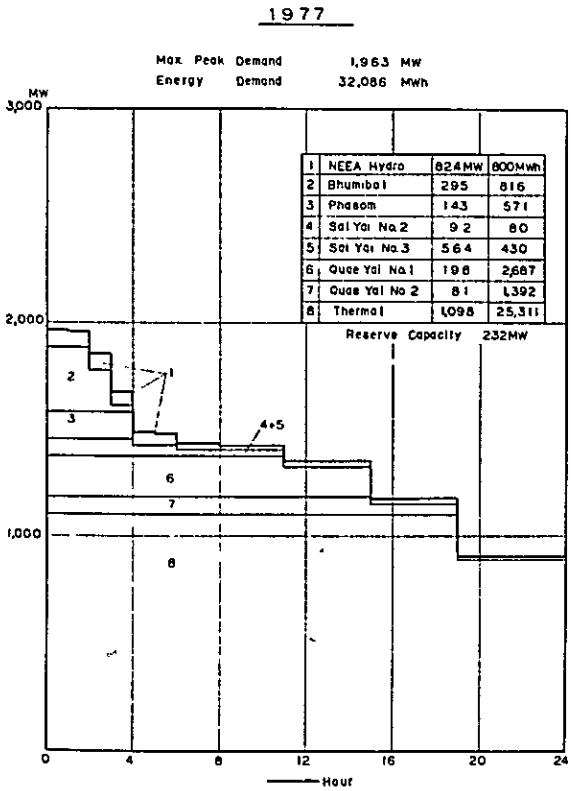
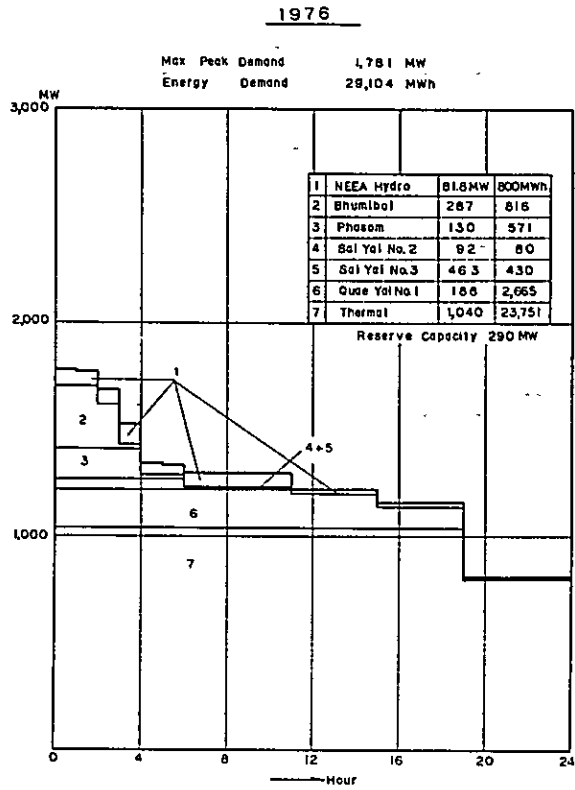
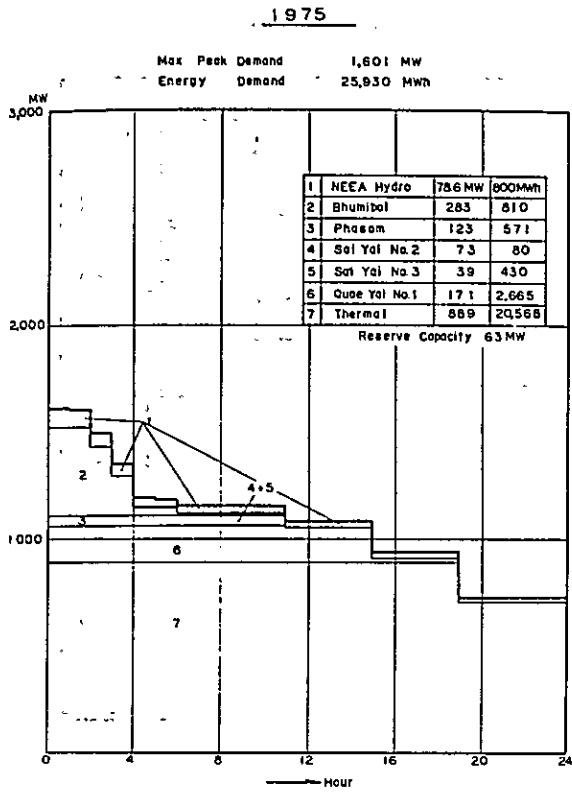


FIG. 3-3 (3) KW BALANCE (A.I.D.)

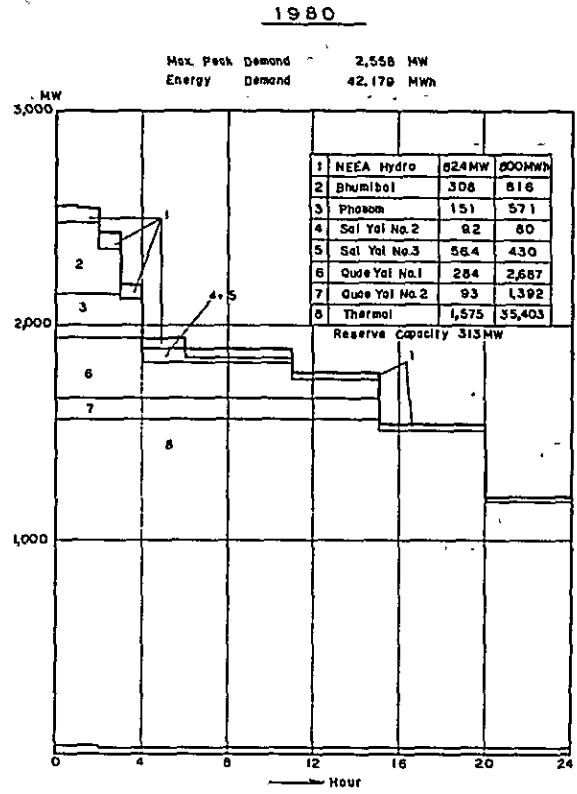
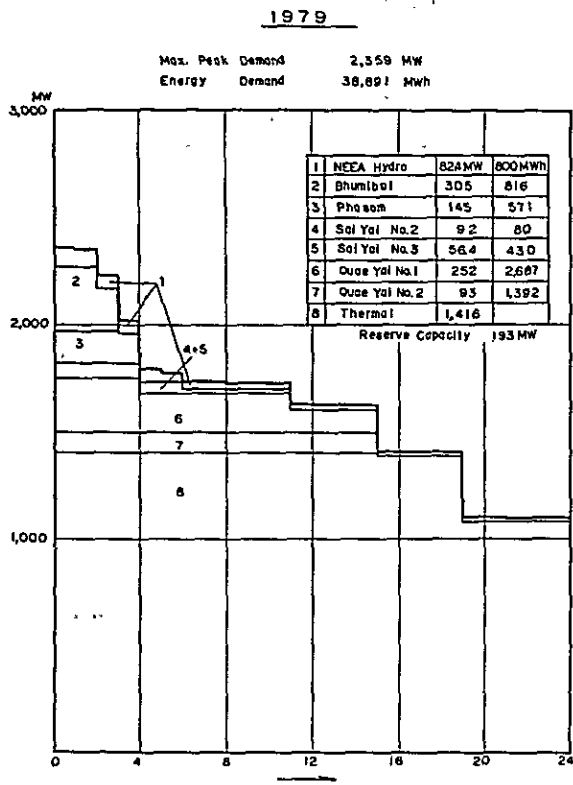


FIG. 3-4 (1) KW BALANCE (E.P.D.C.)

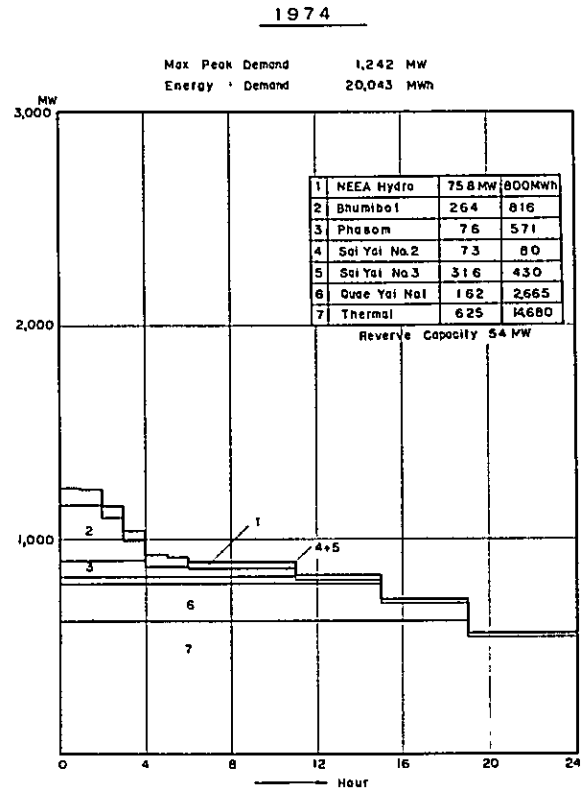
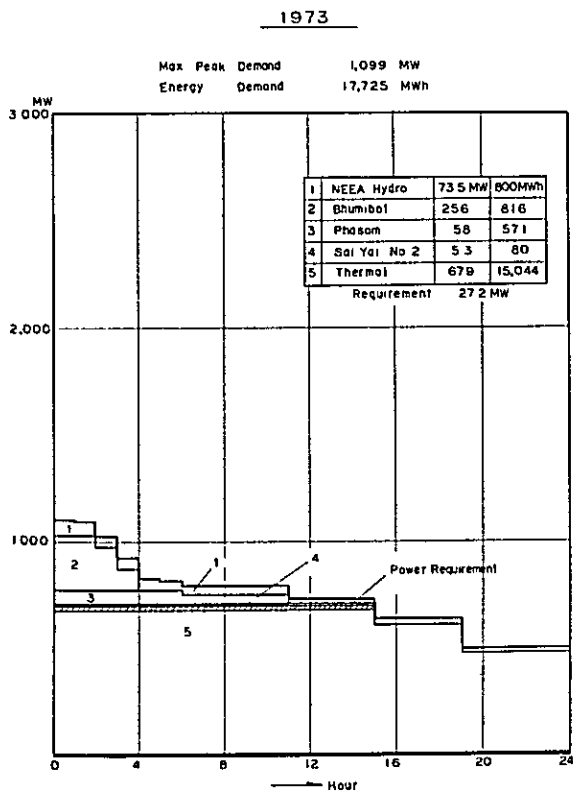
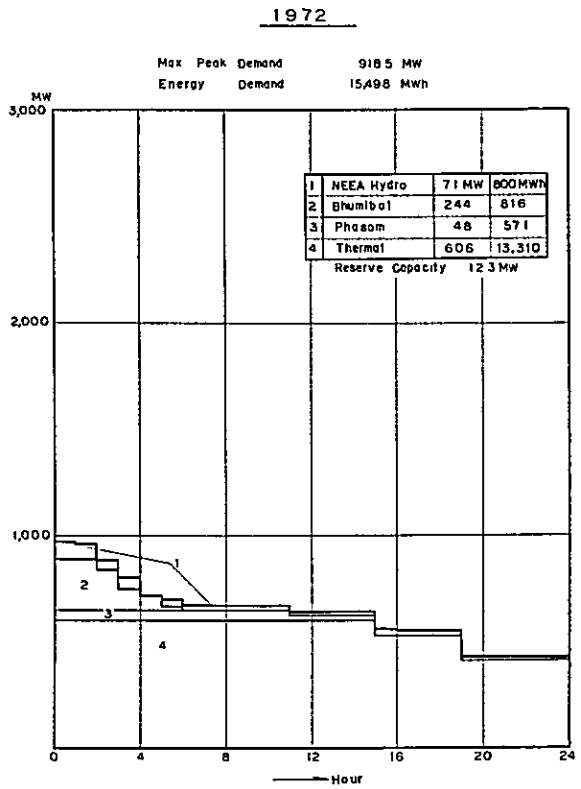
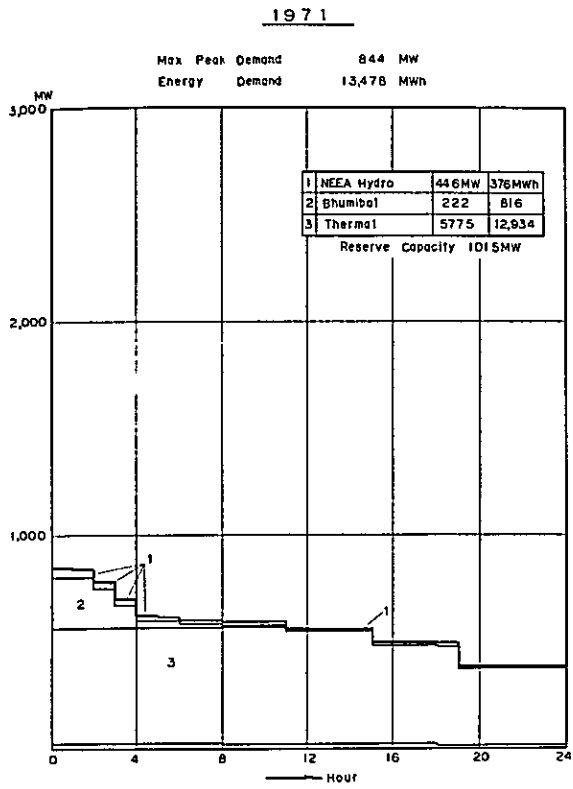
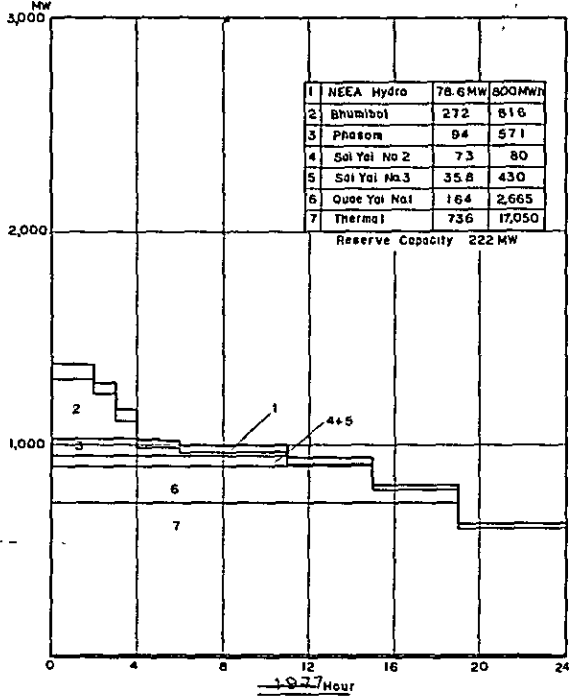


FIG. 3-4 (2) KW BALANCE (E.P.)C.)

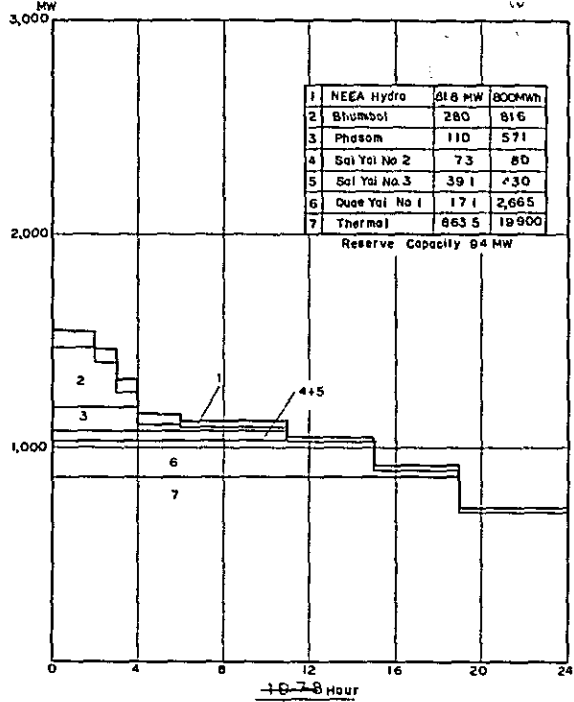
1975

Max. Peak Demand 1,387 MW
Energy Demand 22,414 MWh

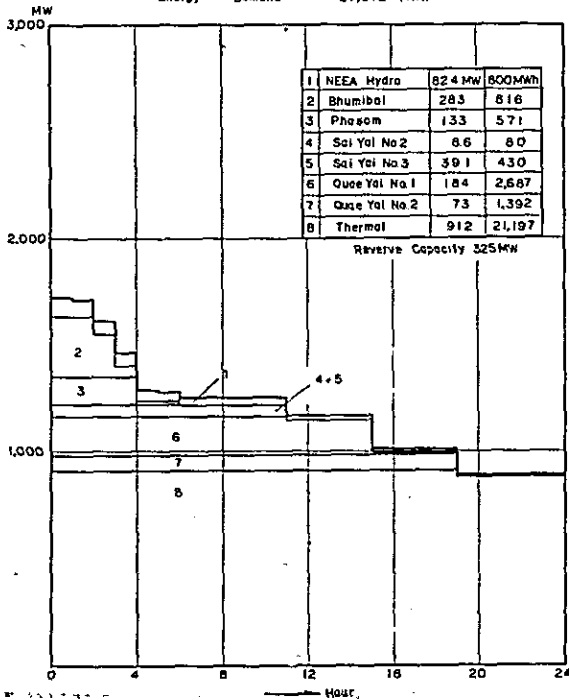


1976

Max. Peak Demand 1,553 MW
Energy Demand 25,268 MWh



Max. Peak Demand 1,715 MW
Energy Demand 27,972 MWh



Max. Peak Demand 1,890 MW
Energy Demand 30,846 MWh

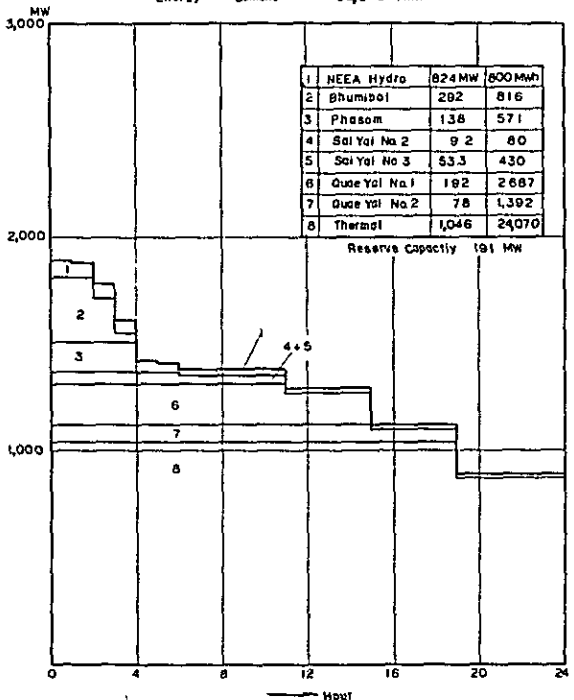


FIG. 3-4 (3) KW BALANCE (E.P.D.C.)

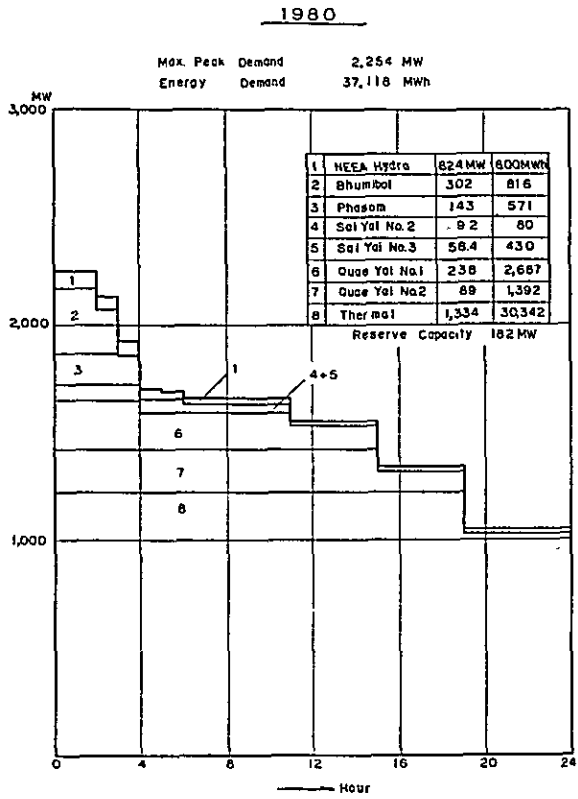
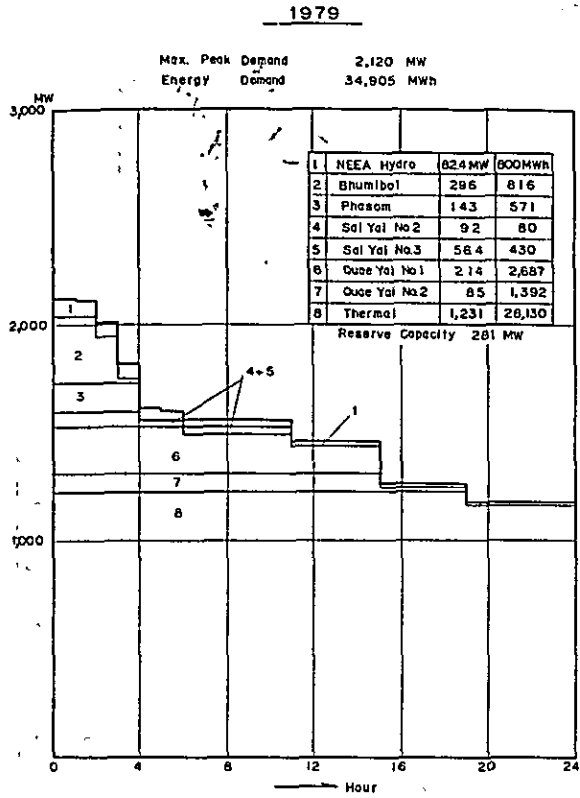


FIG. 3-5 LOAD FORECAST FOR THE NORTHEAST REGION
(1968-1981)

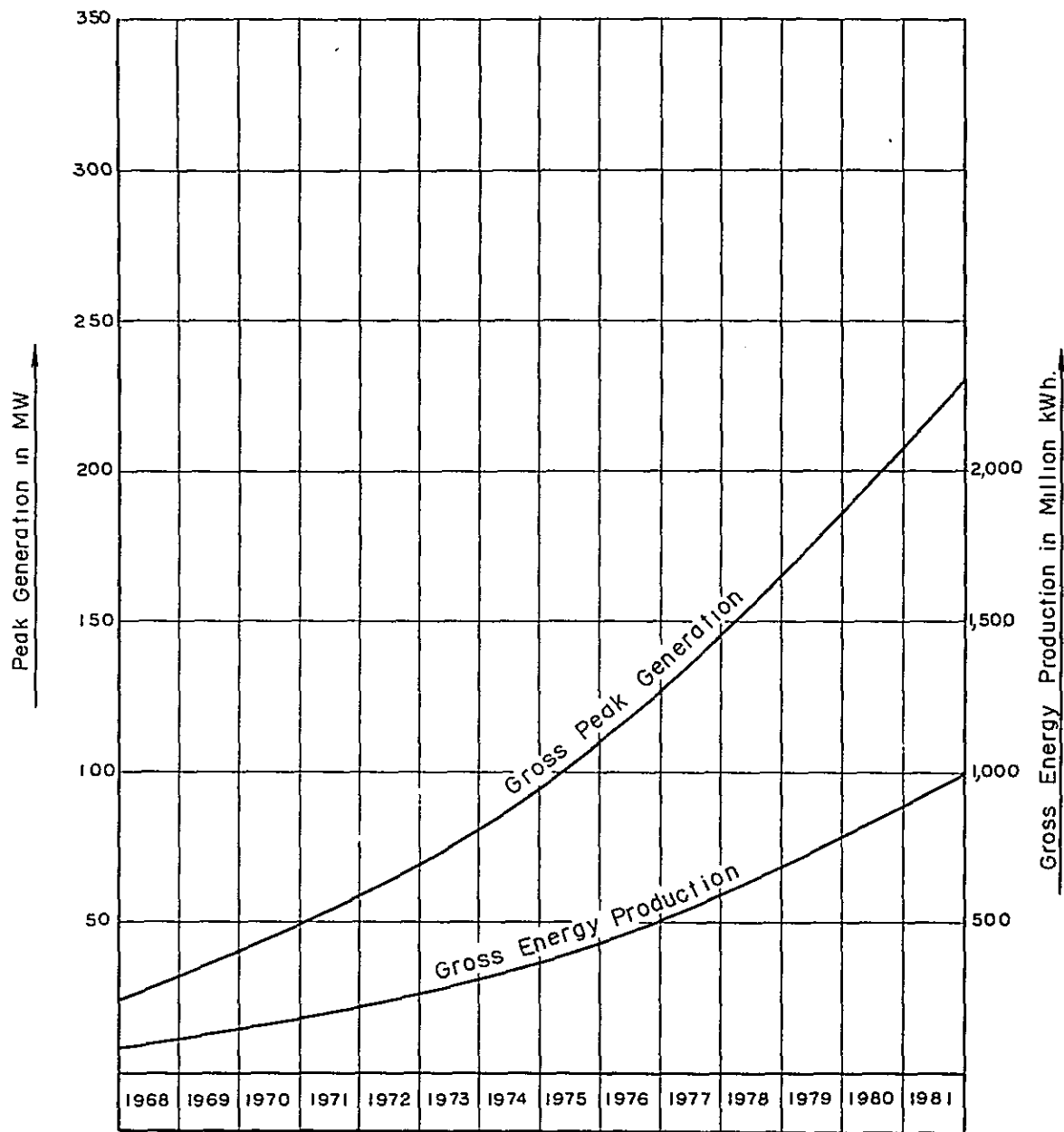


TABLE 3-3 LOAD FORECAST FOR NORTHEAST REGION (1968 - 1981)

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Energy Demand at Customer (million kWh)	77.5	99	126	158	193	232	279	329	388	450	523	594	680	760
Increasing rate (%)	30	27.5	27.5	25	22.5	20	20	18	18	16	16	14	14	12
Loss Factor (%)	30	30	29	28	27	26	25	25	24	24	24	23	23	23
Energy Demand at Power plant (million kWh)	111	142	178	220	265	314	372	440	510	592	688	771	884	986
Load Factor (%)	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43
Peak Demand (MW)	31.0	38.4	48.1	58.0	69.8	80.5	95.4	110	128	145	168	183	210	229
Estimated Population (thousand)	11,125	11,481	11,850	12,230	12,620	13,020	13,440	13,870	14,310	14,770	15,245	15,733	16,240	16,760
Energy Generation per Capita (MWh)	10	12.5	15	18	21	24	28	32	36	40	45	49	55	59
Energy Consumption per Capita (kWh)	7	8.6	10.5	13	15	18	21	24	27	31	34	38	42	45

FIG. 3-6 (1) ESTIMATED LOAD BALANCE

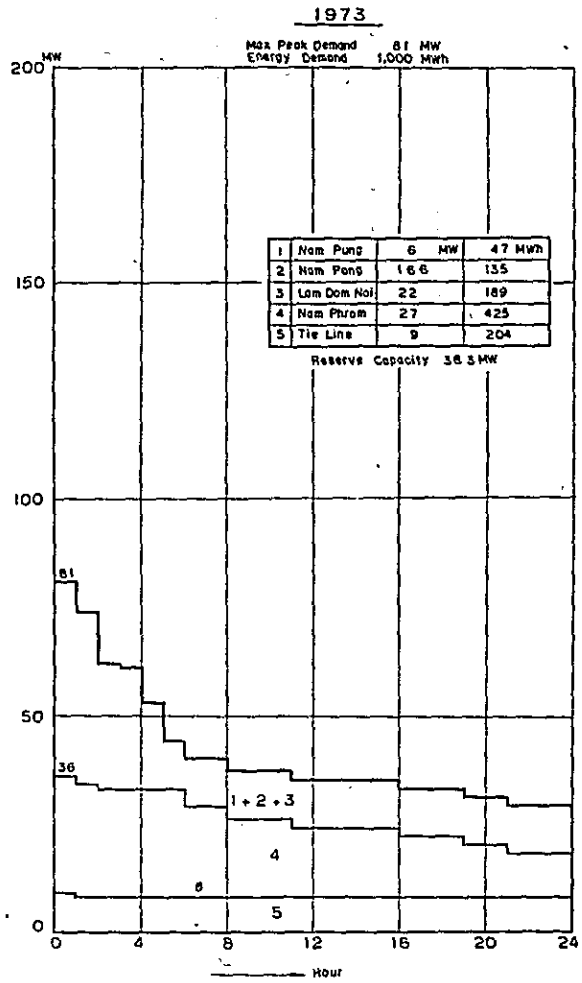
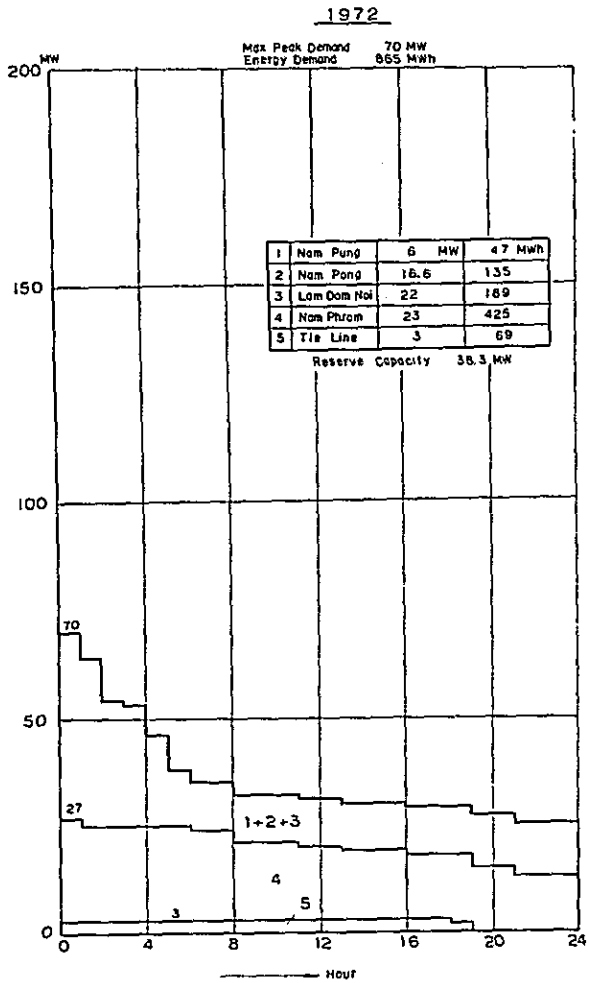


FIG. 3-6 (2) ESTIMATED LOAD BALANCE

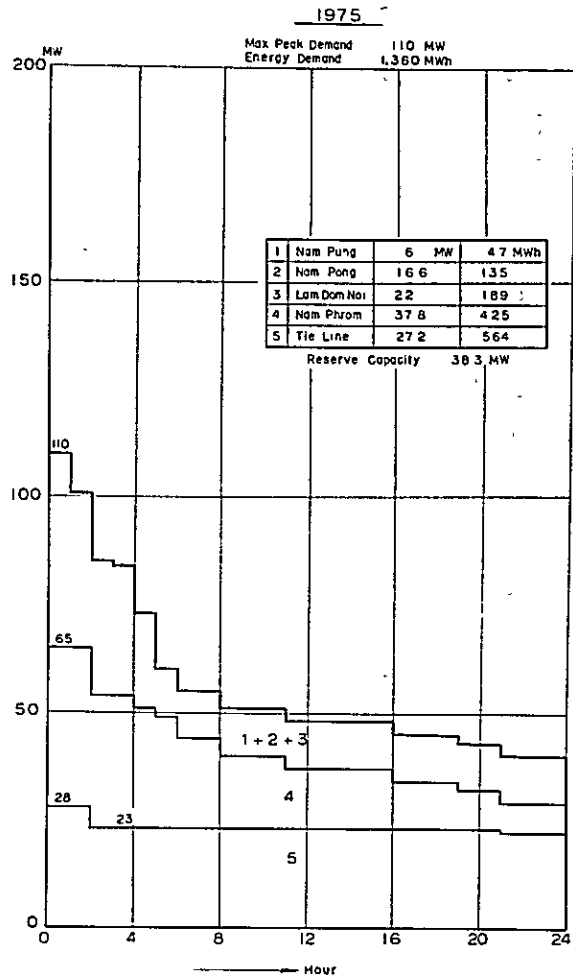
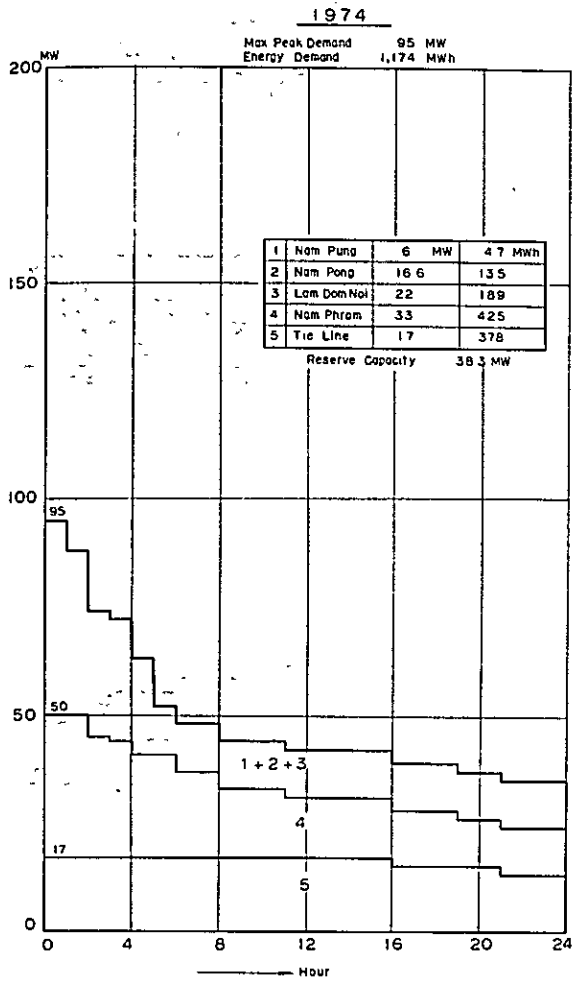


FIG. 3-6 (3) ESTIMATED LOAD BALANCE

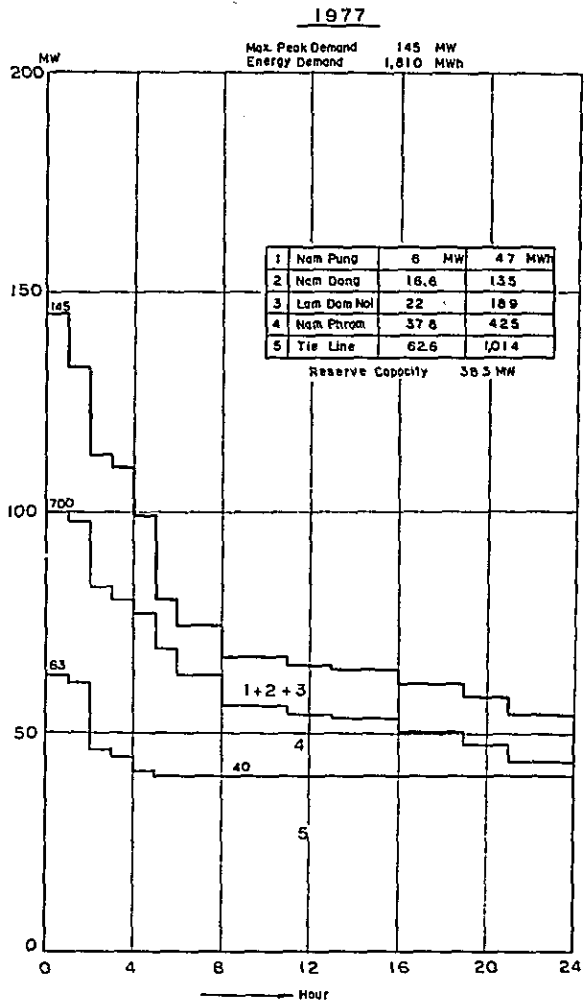
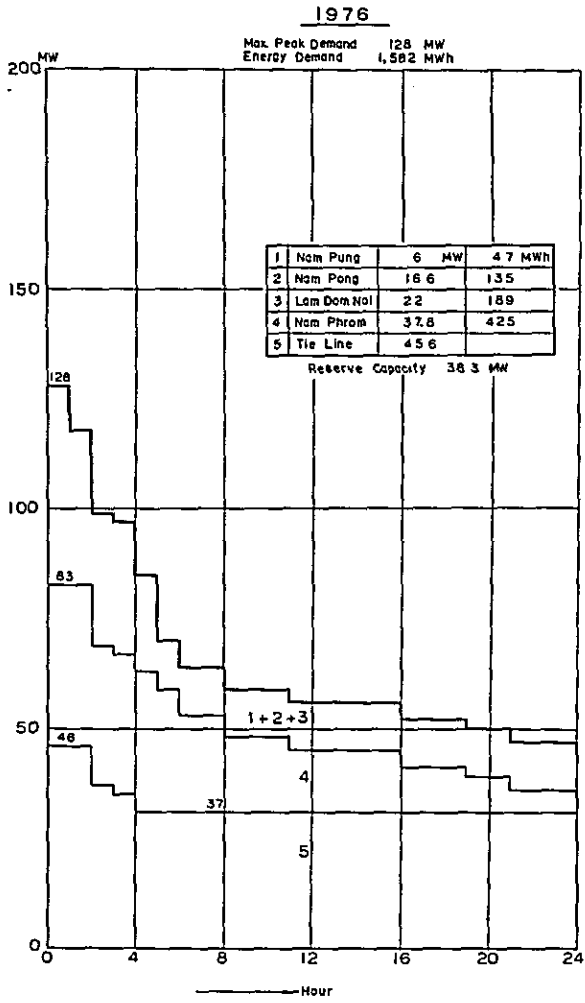
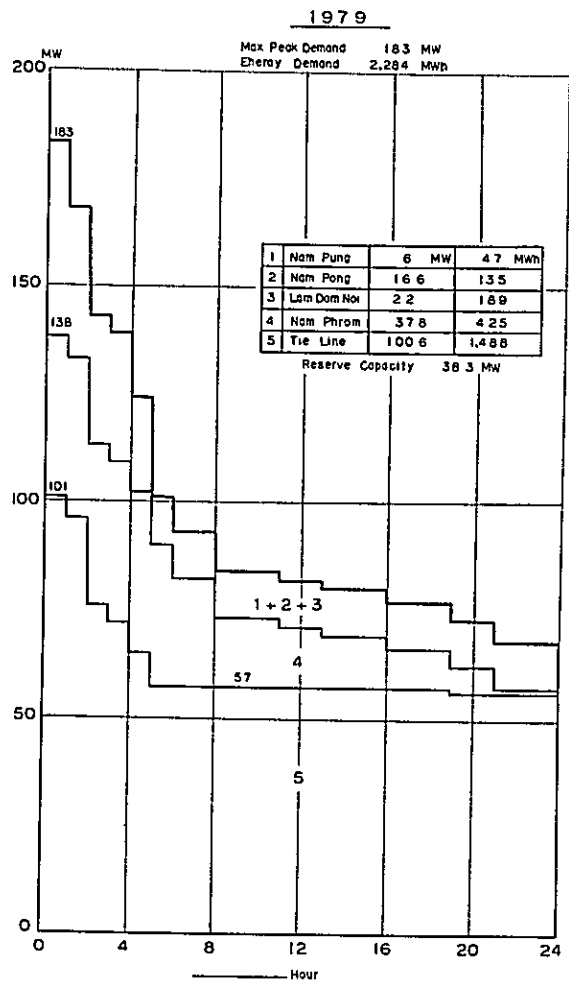
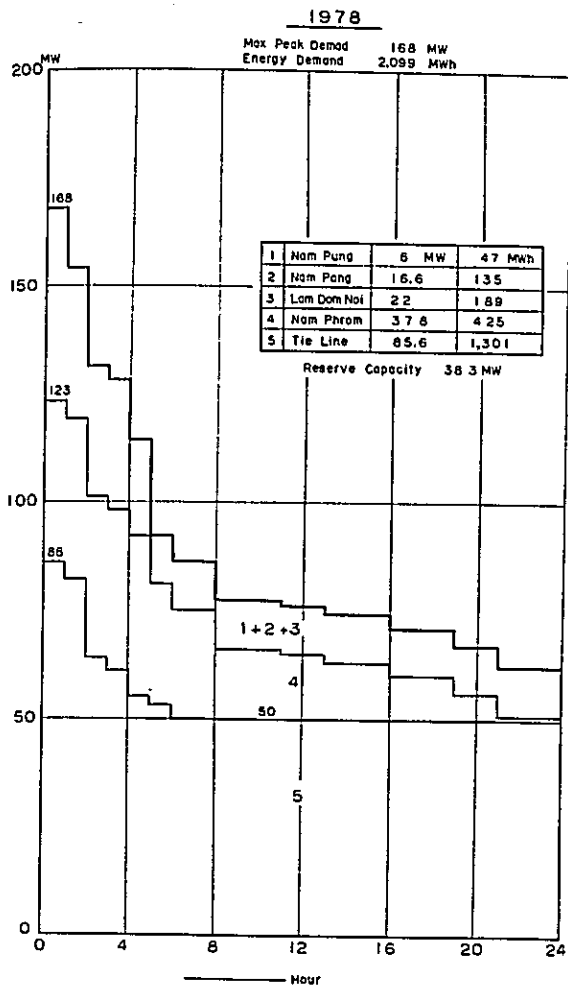


FIG. 3-6 (4) ESTIMATED LOAD BALANCE



1973年頃に開発を行なっておれば、このような事態に対しても対応することができ、NEEA系統の電力供給を安定に行うことができる。

NOTE:

※1 YEA (Yanhee Electricity)

YEAはタイ国中央部および北部に対し電力の供給を行っており、タイ国の需要の85%を占めるBangkok地域を供給地域にもつことから、タイ国電気事業の中心をなしている。同社設備にはBhumibol水力(280MW、最終出力420MW) North Bangkok火力(150MW追加工事中)、および230kV送電線変電所などがあり、1967年の設備出力合計は430MWに達している。

現在工事中の発電所には、Phasom水力(125MW×2) South Bangkok火力(200MW×2+300MW×1) North Bangkok火力(87.5MW)がある。

YEAは発生した電力をMEA^{※5}およびPEAに卸売りしており、1967年の発電電力量は1,810×10⁶kWhに達している。

※2 NEEA (North - East Electricity Authority)

NEEAはタイ国東北地方に電力の供給を行なっている。

※3 PEA (Provincial Electricity Authority)

PEAは首都圏を除いたタイ国全地域において配電事業を行なっている。PEAはそれぞれの地域においてYEA, NEEA, LA^{※6}から電力の卸売りを受けているが、これらの電力公社の系統に連系されていない町村では、PEAが自己のディーゼル発電所を所有して発電および配電を行なっている。

※4 NEA (National Energy Authority)

NEAは開発省に属し、電源開発計画の策定他電力公社の運営に対する監督を行なうことを主務としている他、電源開発の実施も行なっている。

※5 MEA (Metropolitan Electricity Authority)

MEAはBangkok市、Thonburiおよびその周辺の所謂Greater Bangkokに電力の供給を行なっている配電公社であり、一次変電所にて、YEAから電力の供給を受けている。タイ国の総需要の約80%はこの地域に集中している。

※6 LA (Lignite Authority)

LAは褐炭を燃料とする火力発電を行なっている。タイ国北部にMae Moh火力発電所(12.5MW)南部にKrabi火力発電所(40MW)を有している。

3.2 農業事情

恵まれた気温に加え6~9月の西南モンスーンによりもたらされる多量の雨を利用して発

展してきたメナム平原を中心とする米作農業は、ここ100年間タイ国の経済を維持して来た。農業人口は全人口の75%であり、又米の輸出額もごく最近まで全輸出額の $\frac{1}{3}$ 以上を占めていた。併し最近の経済発展と、急激な人口増加により国内の米の需要は増大し、輸出は激減するのみならず、将来の国内需要を充たすことすら危ぶまれる様になった。

加えてアジア諸地域の急激な人口増と食糧不足の現況を考える場合、タイ国における食糧増産対策は急務であるといえよう。

次に計画地域について見ると計画地域の属するChangwad Prachinburi は中央平原東南部に位置する農業県である。

ここで行なわれている農業は天水のみによる水田単作農業が主体で、その生産性は低く、単位面積当たりの収量が最近7カ年の平均で1.2 ton/haで全国平均の1.43 ton/ha中央平野平均の1.65 ton/haをはるかに下廻っている。

(附録Table 3-1 参照)

生産性の低い原因には、土地所有の形態や農産物流通面等、種々の問題はあるが、この地方では、かんがい排水施設の不備に基因する直接および間接の被害が最も大きいと考えられる。即ち稲の生育に必要な水は約1,400 mmと推定されるのに対し、この期間の降雨量は約640 mm~1,310 mmで、しかも生育期間中の降雨分布が均等でない為、一般に不足がちとなる。(附録Fig . 3-1 参照)

又、降雨強度が強い時には、洪水のはんらんにより稲が冠水したり、流亡する害をうけることもある。

このようにかんがい排水施設の不備な耕地は不規則な降雨により、直接の被害を受けるが、更に適期栽培が出来なかったり、干魃を危懼し、多収獲品種の導入や、多肥栽培(元米土壌の肥料成分が欠乏している。6.4.1 参照)をあえて控える等、間接的な被害も見逃がすことは出来ない。

以上の結果は農民を低位なしかも不安定な農業所得に定着させ、増産意欲を削ぎ、農業近代化を阻害している。

このような現況に鑑み、この地方の農業を振興するには、先づかんがい排水設備を主体とする農業基盤の整備を促進することが先決である。

第 4 章 開発地域の現況

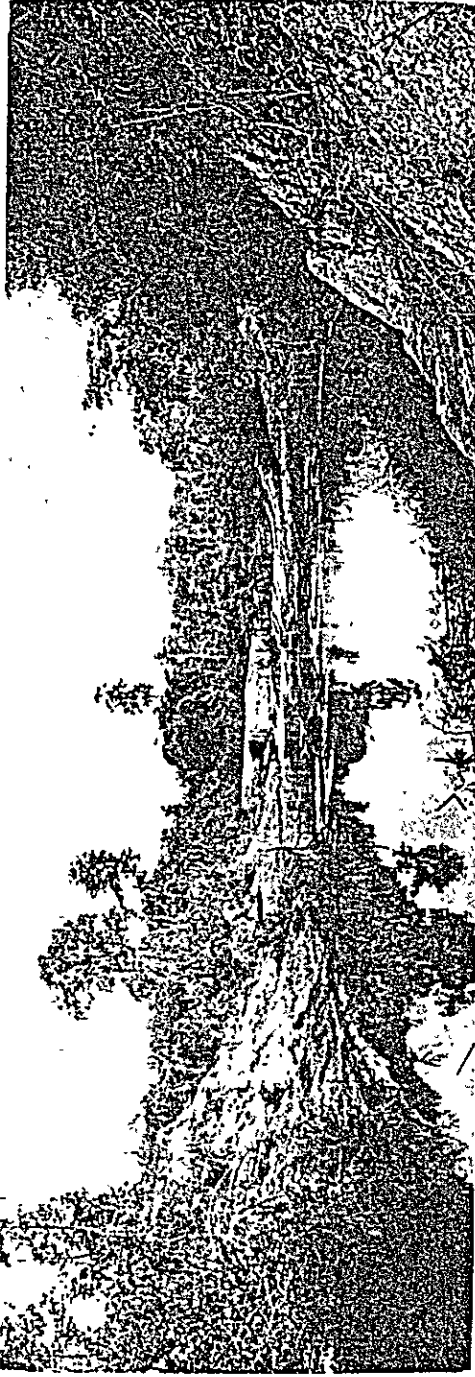
4.1 概況	49
4.2 水文	49
4.2.1 気象と雨量	49
4.2.2 流量及び洪水量	50



- Fig. 4 - 1 Monthly Temperature of Prachinburi
(1951 - 1966)
- Fig. 4 - 2 Monthly Rainfall in Sai Yai Basin
(1953 - 1967)
- Fig. 4 - 3 Isohyetal Map of Annual Rainfall in mm
(1953 - 1967)

表

- Table 4 - 1 Flood Frequency of Wang Heo

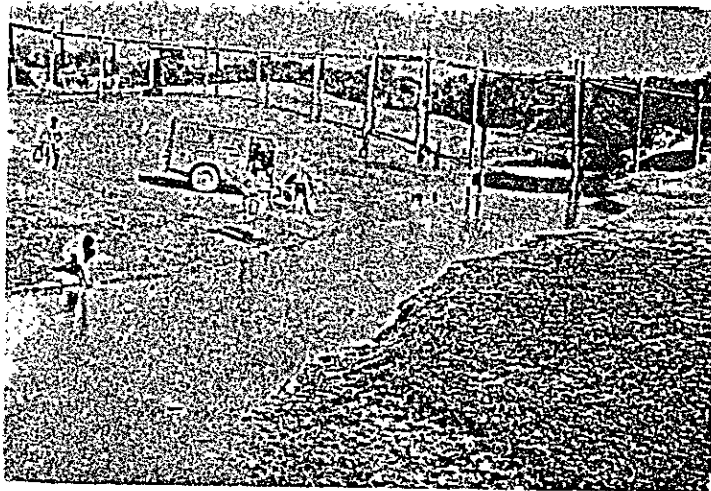
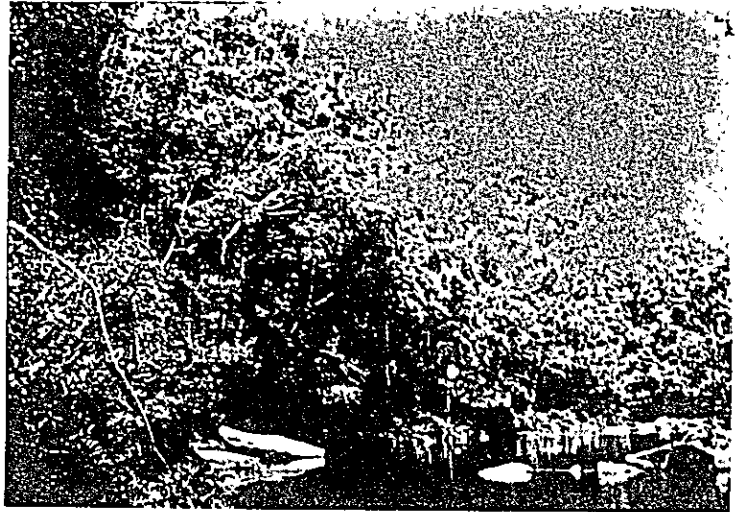


Sai Yai River
(Approximately 1 Km upstream of
the Confluence of the Sai Yai and
Sai Noi Rivers.)



Sai Noi River
(Approximately 1 Km upstream of the
Confluence of the Sai Yai and Sai Noi
Rivers.)

Prachantakham No. 2
Dam Site



Prachantakham River
(Near the Ban Ko Kancho.)

(2) Ban Sapanhin と Wang Heo の間のダムサイトの流量

$$Q_d = \frac{A_d}{A_b - A_w} \cdot (Q_b - Q_w)$$

ここに； Q_d = ダムサイトの月流量

Q_b = 附録 Table 4 - 4 に示される Ban Sapanhin の月流量

Q_w = 附録 Table 4 - 3 に示される Wang Heo の月流量

A_d = ダムサイトの流域面積

A_b = Ban Sapanhin の流域面積、636 Km²

A_w = Wang Heo の流域面積、295 Km²

(3) Prachantakham 川流域のダムサイトの流量

$$Q_d = \frac{A_d}{A_b} \cdot Q_b$$

ここに； Q_d = ダムサイトの月流量

Q_b = Ban Sapanhin の月流量

A_d = ダムサイトの流域面積

A_b = Ban Sapanhin の流域面積、636 Km²

Sai Yai 川の Wang Heo において記録された最大洪水量は、1966年8月18日に180 m³/S であった。そして同日の Ban Sapanhin における洪水量は270 m³/S であった。(附録 Fig . 4 - 13 参照)

この洪水量は、次に示すように20年確率洪水量に相当する。

TABLE 4 - 1 Wang Heo の洪水頻度

確率年(年)	最大洪水量(m ³ /S)	洪水容量(10 ⁶ , m ³)
20	180	21
50	260	26
100	300	30
200	390	38
1,000	580	54
10,000	770	70

流域内に貯水池群が完成した後における洪水ハイドログラフは、6.2.4 に述べられるであろう。

FIG. 4-1 MONTHLY TEMPERATURE OF PRACHINBURI (1952-1965)

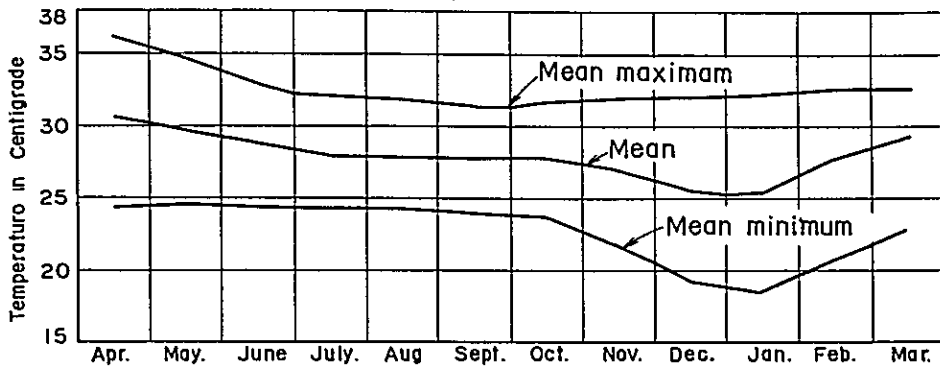


FIG. 4-2 MONTHLY RAINFALL IN SAI YAI BASIN (1953-1967)

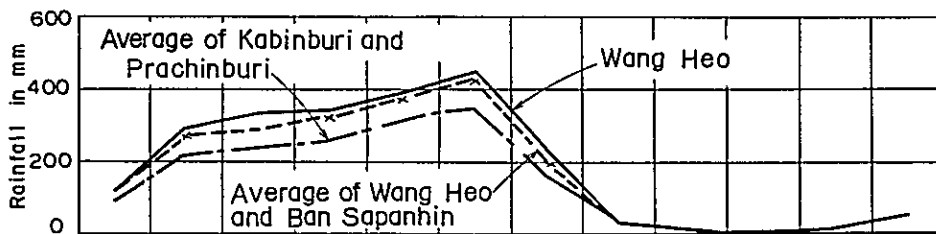
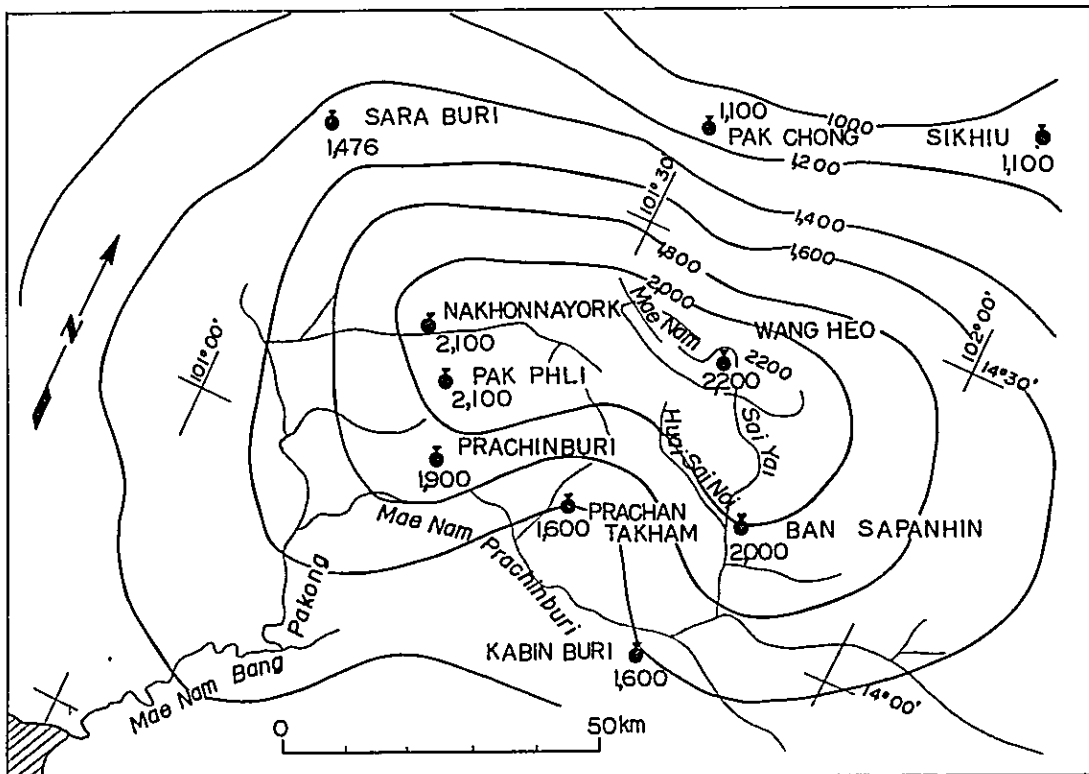


FIG. 4-3 ISHOHYETAL MAP OF ANNUAL RAINFALL IN MM (1953 - 1967)



才 5 章 開 発 の 構 想

圖

Fig. 5 - 1 Alternative Schemes

表

Table 5 - 1 Features of the Proposed Power Stations by
Case of A, B and B' Lines

第 5 章 開 発 の 構 想

雨期、乾期の明瞭に区分される熱帯サバナ気候地帯での水力開発には貯水池は不可欠の条件となる。 Sai Yai 川水系における水力用貯水池、ダム築造地点としては、 Sai 川との合流点 3 Km 上流部の狭さく部 (No.1 貯水池) およびそれより下流 20 Km の狭さく部 (No.2 貯水池) が選ばれた。

これらの貯水池の水と山間部出口までの落差約 690 m を利用して発電に使用するに当り、その導水路のルートとして当初次の 3 案が考えられた。(Fig. 5-1 参照)

1. Sai Yai 川沿いに導水する。(A 案)
2. No.2 貯水池より、 Sai Noi 川に導き、 Sai Noi 川沿いに導水する。(B 案)
3. No.2 貯水池より Sai Noi 川に更に Prachantakham 川に導水する。(B' 案)

これらの 3 つの案は利用可能水量、導水路延長、および総落差が概ね等しい点から見て、発電およびかんがいの工事費およびそれらから得られる便益も、大差なきものと考えられた。

併しながら B' 案は下流 Hanuman 川の流況が現況と大きく変わり、舟運や雑用水取水にも影響をおよぼす他、 Prachantakham 川下流が緩勾配で河床も小さく、排水の工事費が昂むこと等の理由で除外された。

A 案と B 案については、詳細な検討が行なわれた。その結果 B 案は施工上難点があり、工事費においても A 案の方が優ることが判明した。

(Table 5-1、附録 Table 5-1、参照)

以上の結果 Nam Sai Yai については、その川沿いに開発することに決定された。

ここで取り残された Sai Noi 川の水資源の有効利用についても検討された。

この流域には、地形上、貯水池築造に適した地点が見当らず、隣接する Prachantakham 川に流域変更することが考えられた。

即ち Sai Noi 川上流 67 Km² の水を Prachantakham 川に導水し Prachantakham 川上流の貯水池 (Phoknam 川と Sai Noi 川の合流点とそれより下流 3 Km の地点) の水とを操作して利用せんとする案である。

従ってこの報告書では Sai Yai 川水系の他に Prachantakham 川の開発についても検討が加えられた。

FIG. 5-1 ALTERNATIVE SCHEMES

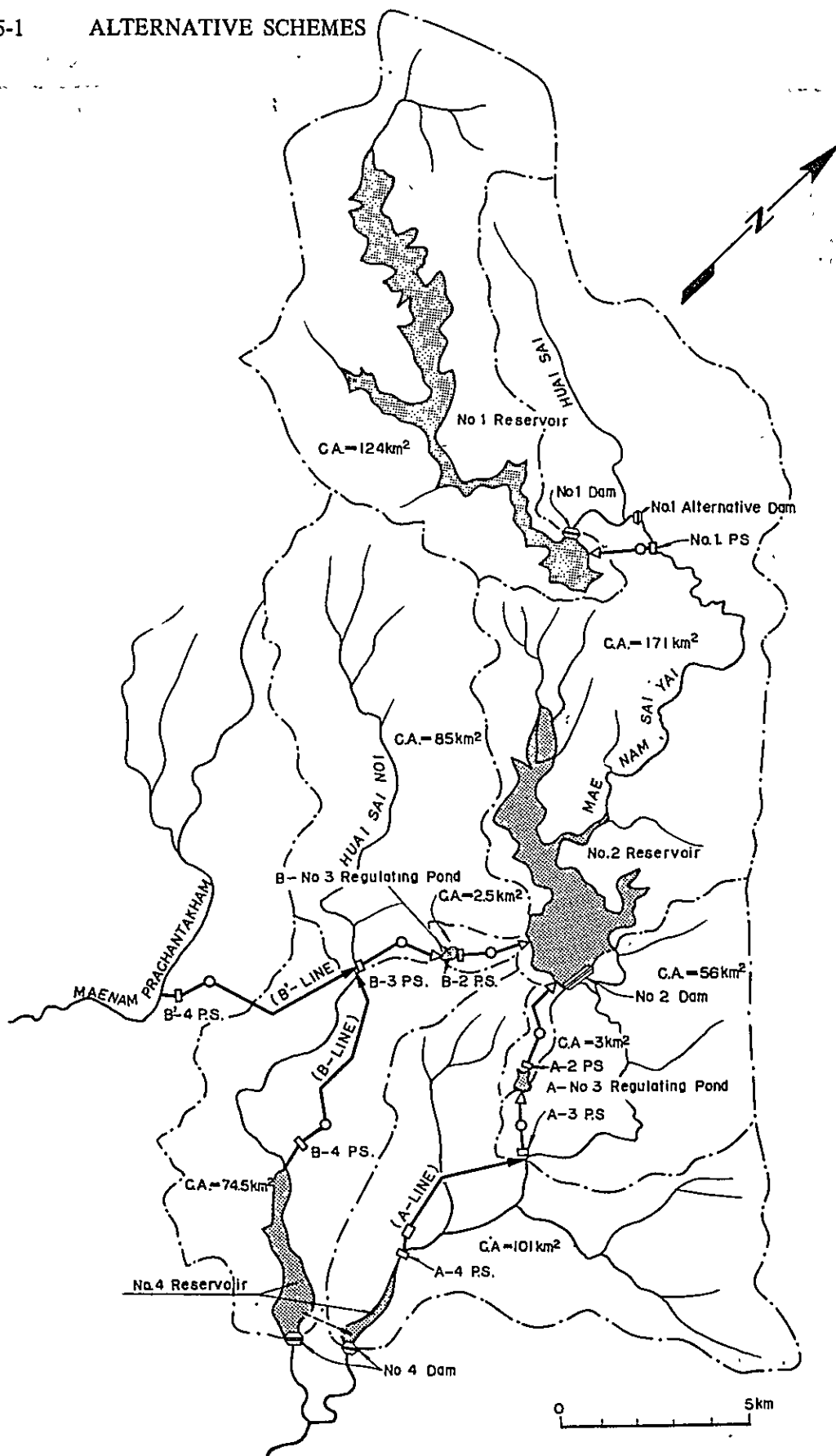


TABLE 5-1 FEASTURES OF THE PROPOSED POWER-
STATIONS BY CASE OF A, B AND B' LINES

Item	Unit	A-Line	B-Line	B'-Line
No.1 P.S.				
Available Discharge (Max.)	c.m.s.	10.0	10.0	10.0
Available Discharge (Firm)	c.m.s.	3.1	3.1	3.1
Rated Head	m	86.7	86.7	86.7
Installed Capacity	MW	8.0	8.0	8.0
Available Energy	MWh/Yr.	21,000	21,000	21,000
No.2 P.S.				
Available Discharge (Max.)	c.m.s.	20.0	20.0	20.0
Available Discharge (Firm)	c.m.s.	7.3	7.3	7.3
Rated Head	m	74.3	89.3	89.3
Installed Capacity	MW	12.0	15.0	15.0
Available Energy	MWh/Yr.	42,000	50,000	50,000
No.3 P.S.				
Available Discharge (Max.)	c.m.s.	20.0	20.0	20.0
Available Discharge (Firm)	c.m.s.	7.3	7.3	7.3
Rated Head	m	333.3	296.7	296.7
Installed Capacity	MW	58.0	50.0	50.0
Available Energy	MWh/Yr.	190,000	170,000	170,000
No.4 P.S.				
Available Discharge (Max.)	c.m.s	21.0	21.5	21.5
Available Discharge (Firm)	c.m.s	7.4	7.4	7.4
Rated Head	m	119.4	136.4	130.3
Installed Capacity	MW	21.0	25.0	24.0
Available Energy	MWh/Yr.	79,000	96,000	92,000
Total Installed Capacity	MW	99.0	98.0	97.0
Total Available Energy	MWh/Yr.	332,000	337,000	333,000

第 6 章 Sai Yai 川水系の開発

6.1	計画の概要	60
6.2	貯水池計画	60
6.2.1	161 および 162 貯水池	60
6.2.2	164 貯水池	67
6.2.3	上流計画が 164 貯水池に及ぼす影響	68
6.2.4	洪水調節	74
6.3	発電計画	74
6.3.1	発電	74
6.3.2	送電	75
6.3.3	通信	75
6.4	農業開発計画	75
6.4.1	農業概況	75
6.4.2	計画が実施されない場合および 実施された場合の農業生産	81
6.4.3	かんがい計画	84
6.5	開発の順序	89
6.6	主要構造物の概要	90
6.7	概算工事費	90
6.8	経済評価	91
6.8.1	年費用	91
6.8.2	年便益	91
6.8.3	超過便益および便益費用比率	92



Fig. 6 - 1	Relation between Dam Volume and Gross Storage Capacity
Fig. 6 - 2	Monthly Mean River Run-off and Power Discharge at No.1 Dam
Fig. 6 - 3	Monthly Mean River Run-off and Power Discharge at No.2 Dam
Fig. 6 - 4	Excess Benefit of Alternative Scheme (With Up and Down Stream Development)
Fig. 6 - 5	Excess Benefit of Alternative Scheme (Isolated Development)
Fig. 6 - 6	Relation Between Construction Cost and Storage Capacity (No.4 Reservoir)
Fig. 6 - 7	Monthly Mean River Run-off and Power Discharge at No.4 Dam
Fig. 6 - 8	Excess Benefit (B - C) and Benefit Cost Ratio (B/C)-Curves (No. 4 Reservoir)
Fig. 6 - 9	Transmission System
Fig. 6 - 10	Telecommunication System
Fig. 6 - 11	Present and Proposed Growing Period
Fig. 6 - 12	Change in Paddy Rice Yield
Fig. 6 - 13	Reservoir Operation (No. 4 Reservoir)
Fig. 6 - 14	Irrigation System

表

Table 6 - 1	Influences on No. 4 Reservoir by Upstream Projects (Based on Irrigable Area 13,300 ha)
Table 6 - 2	Influences on No. 4 Reservoir by Upstream Projects (Based on Normal H.W.L. 44 Meters)
Table 6 - 3	Gross Income from Existing Upland Crops
Table 6 - 4	Available Area by Land Category
Table 6 - 5	Water Requirement for Proposed Irrigable Area (13,300 ha)
Table 6 - 6	Description of Structures
Table 6 - 7	Cost Estimate

6.1 計画の概要

Sai Yai 川の上流 $\#1$ 貯水池ダム地点 (流域面積 124 Km^2) には、H.W.L. 727.5 m 有効貯水容量 $90 \times 10^6 \text{ m}^3$ の $\#1$ 貯水池又、 $\#2$ 貯水池ダム地点 (流域面積 295 Km^2) には、H.W.L. 591 m 、有効貯水容量 $110 \times 10^6 \text{ m}^3$ の $\#2$ 貯水池が夫々築造され、 $\#1$ 貯水池と $\#2$ 貯水池間で、総落差 97.5 m 、最大出力 $8,000 \text{ kW}$ の $\#1$ 発電所、 $\#2$ 貯水池から山間部出口までの落差 547 m を利用して上流より最大出力 $12,000 \text{ kW}$ の $\#2$ 、最大出力 $58,000 \text{ kW}$ の $\#3$ 、および最大出力 $21,000 \text{ kW}$ の $\#4$ 発電所が夫々設置される。

なお $\#3$ 発電所取水地点には調整地として有効貯水量 $1.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ の $\#3$ 調整地が設けられる。又 $\#4$ 発電所では、 $\#2$ 貯水池より下流の残流域 (59 Km^2) の水も併せ使用される。

Sai Yai 川の最下流では、Sai Noi 川との合流地点より、上流約 3 Km の地点に夫々両河川に H.W.L. 44 m のかんがい用 $\#4$ 貯水池が築造され、両貯水池の底部は、トンネルにより連結され、1つの貯水池として、その機能を果たす。この貯水池により Hanuman 川兩岸の耕地 $13,300 \text{ ha}$ がかんがいされる。

6.2 貯水池計画

6.2.1 $\#1$ および $\#2$ 貯水池

(1) $\#1$ 貯水池ダムサイトの比較

$\#1$ 貯水池のダムサイトを決定するに当っては、Sai Yai 川が Sai 川と合流する直下流と (下流案)、それより上流約 3 Km の地点の (上流案)、2カ所が考えられた。

上流案では、渠水面積が 124 Km^2 であるのに対し、下流案は渠水面積が 176 Km^2 と約 40% 増加する。

併しながら下流案は上流案に比し貯水効率が極端に悪く、(Fig. 6-1 参照)、又下流に貯水池が出来る場合 ($\#2$) 強いて流域面積を多くする必要もないことから、上流案が採択された。

(2) $\#1$ および $\#2$ 貯水池の規模

$\#1$ および $\#2$ 貯水池地点の流量は、4.2 で推定された、月別比流量に夫々の流域面積を乗じて求められた。(Fig. 6-2, 3 参照)

その結果は、 $\#2$ 貯水池 ($\#1$ 貯水池流域を含め) における流入量は豊水年で (1965 ~ 1966 年) 年間 $348 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、渇水年 (1963 ~ 1964 年) で年間 193×10^6

m^3 と大差があり、又平均年についても月平均流量の最大は9月の $20 m^3/s$ 、最小は3、4月の $0.5 m^3/s$ で、変動の巾が大きい。(15カ年平均流入量 $252 \times 10^6 m^3$)

従って、このような水を有効に発電に使用するには大規模な貯水池が必要となる。

併しながらダムその他の構造物建設に要する費用と、これらより得られる便益の關係から水資源を100%使用することは、あながち経済的とはいえない。

又Fig. 6-1に見られる様に、貯水池効率は $\#2$ 貯水池ダムサイトに比し、 $\#1$ の方が優れている。

このような理由から $\#1$ および $\#2$ 貯水池の規模は $\#1 \sim \#4$ 発電所により得られる超過便益が最大となるよう決定された。

即ち $\#1$ および $\#2$ 貯水池の有効容量を夫々15カ年平均流入量の $106 \times 10^6 m^3$ および $146 \times 10^6 m^3$ を限度として、種々組み合わせ、各組合せに対する発電の超過便益が算定された。

その結果はFig. 6-4に示すとおり $\#1$ 貯水池のH.W.L. $727.5 m$ (有効貯水量 $90 \times 10^6 m^3$)、 $\#2$ 貯水池のH.W.L. $591 m$ (有効貯水量 $110 \times 10^6 m^3$)が最も有利であることが明らかにされた。

この検討に当り前提とされた事項は次のとおりである。

1. $\#1$ 発電所放水位は $630 m$ とする。
2. $\#2$ 発電所下流には調整池が設けられ、その放水位は $510 m$ とする。
3. $\#3$ 発電所の平均取水水位は $509 m$ 、放水位は $170 m$ とする。
4. $\#4$ 発電所の取水水位は $170 m$ とし、流入量は $\#3$ 発電所放流量の他、 $\#2$ 貯水池下流残流域からの水が流入するものとする。
5. 貯水池水面からの蒸発量は $1,500 mm$ とする。
6. 各発電所の負荷率は33%とする。
7. ダムのタイプはフィルタイプとし、ダム天端高はH.W.L.に $4 m$ を加え、貯水量と水深および盛上量はFig. 6-1 附録Fig. 6-1~3により、工事費は6.7と同一基準により概算された。
8. 費用および便益は6.8と同一基準により求められた。

以上により $\#1$ および $\#2$ 貯水池の最適規模が決定されたが電力需要の面から見れば、これらを同時に施工することは、不経済であり、当然、優先順位の検討が必要とされる。

Sai Yai 川水系では、 $\#2$ 貯水池ダム地点より $\#3$ 発電所にいたる間が最も急勾配であり、 $\#2$ および $\#3$ 発電所が、優先して開発されるものと思われる。(6.5で詳述する)

従って上記の検討に加え更に次の検討が実施された。即ち $\#2$ 貯水池単独で、 $\#2$ および $\#3$ 発電所が運転される場合と、 $\#1$ および $\#2$ 貯水池で $\#2$ および $\#3$ 発電所が運転

FIG. 6-1 RELATION BETWEEN DAM VOLUME AND GROSS STORAGE CAPACITY

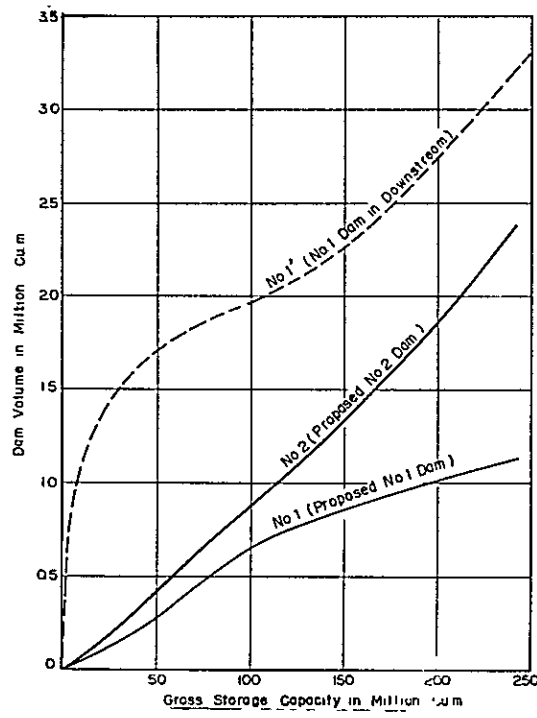


FIG. 6-2 MONTHLY MEAN RIVER RUN-OFF AND POWER DISCHARGE AT NO.1 DAM

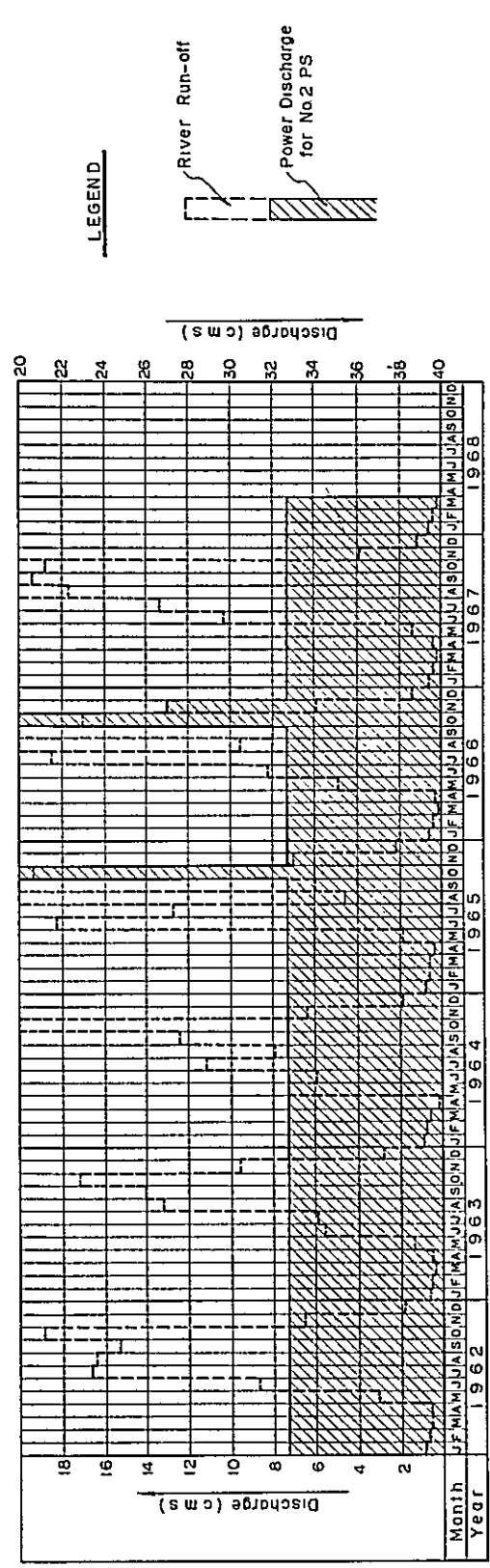
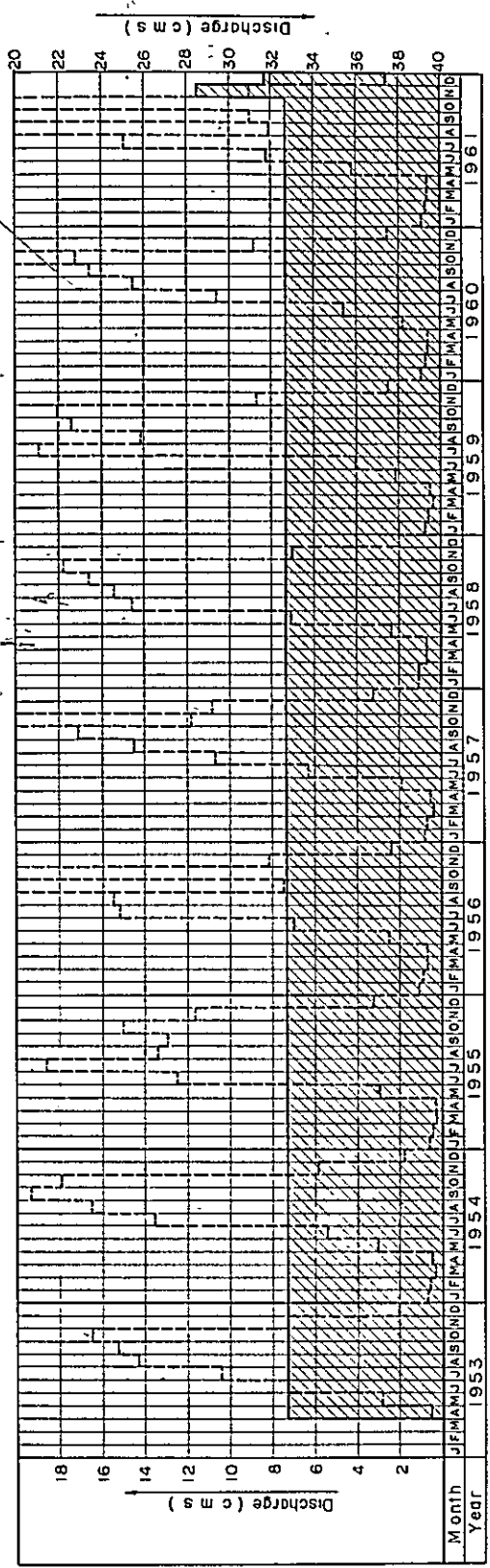


FIG. 6-3 MONTHLY MEAN RIVER RUN-OFF AND POWER DISCHARGE AT NO.2 DAM

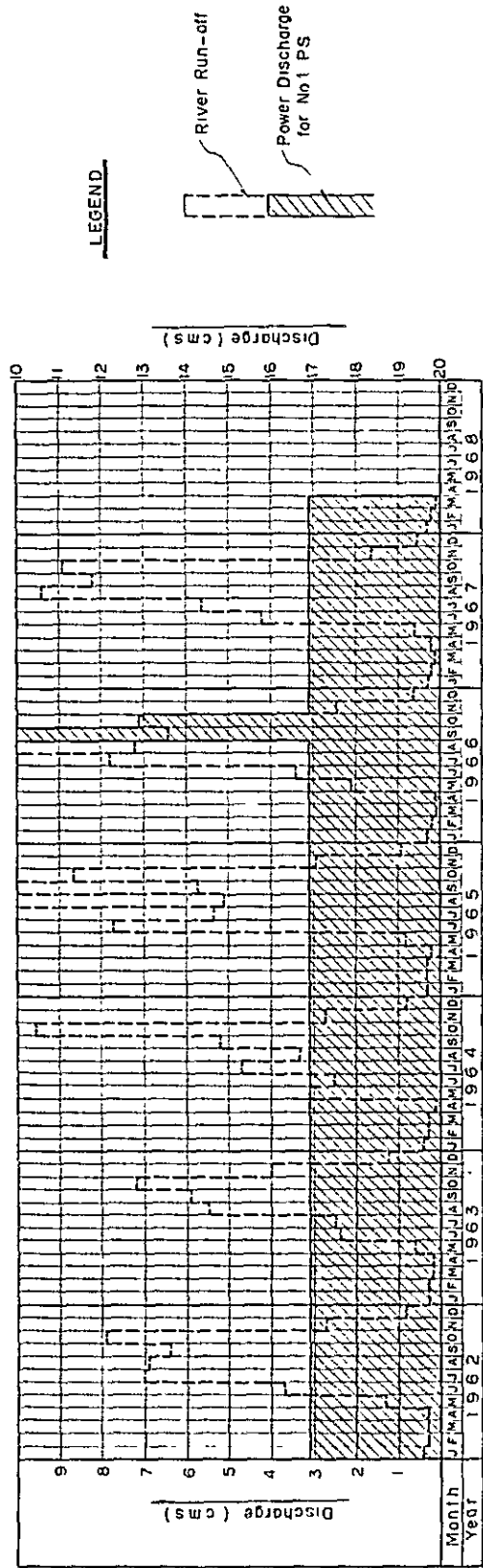
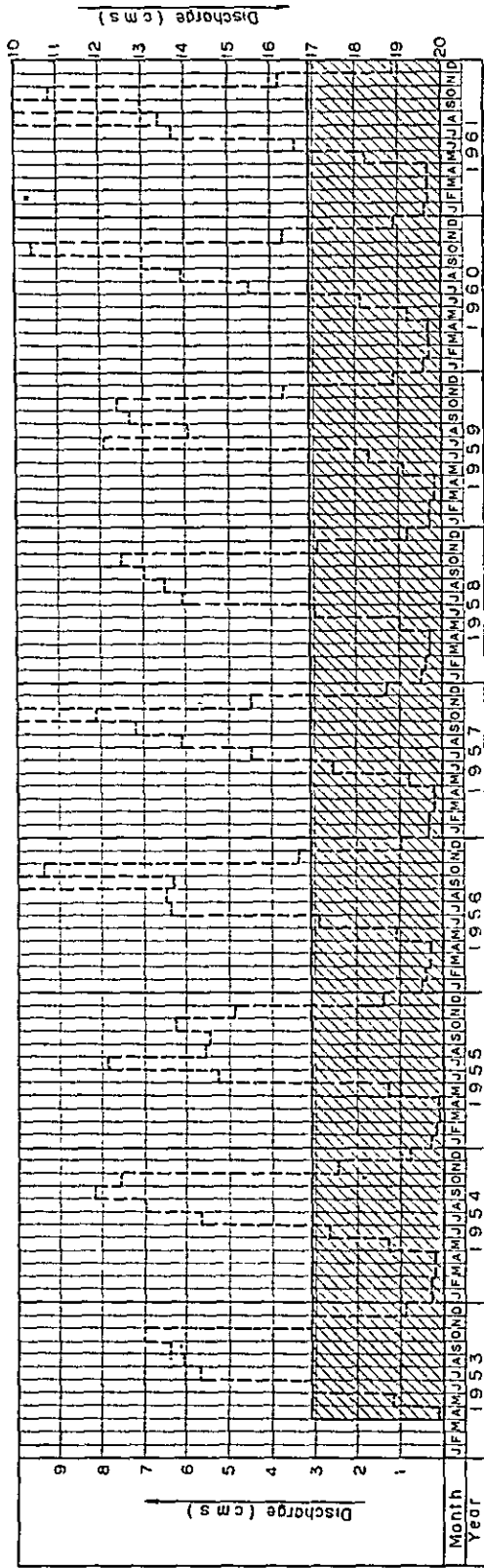


FIG. 6-4 EXCESS BENEFIT OF ALTERNATIVE SCHEME
(WITH UP AND DOWN STREAM DEVELOPMENT)

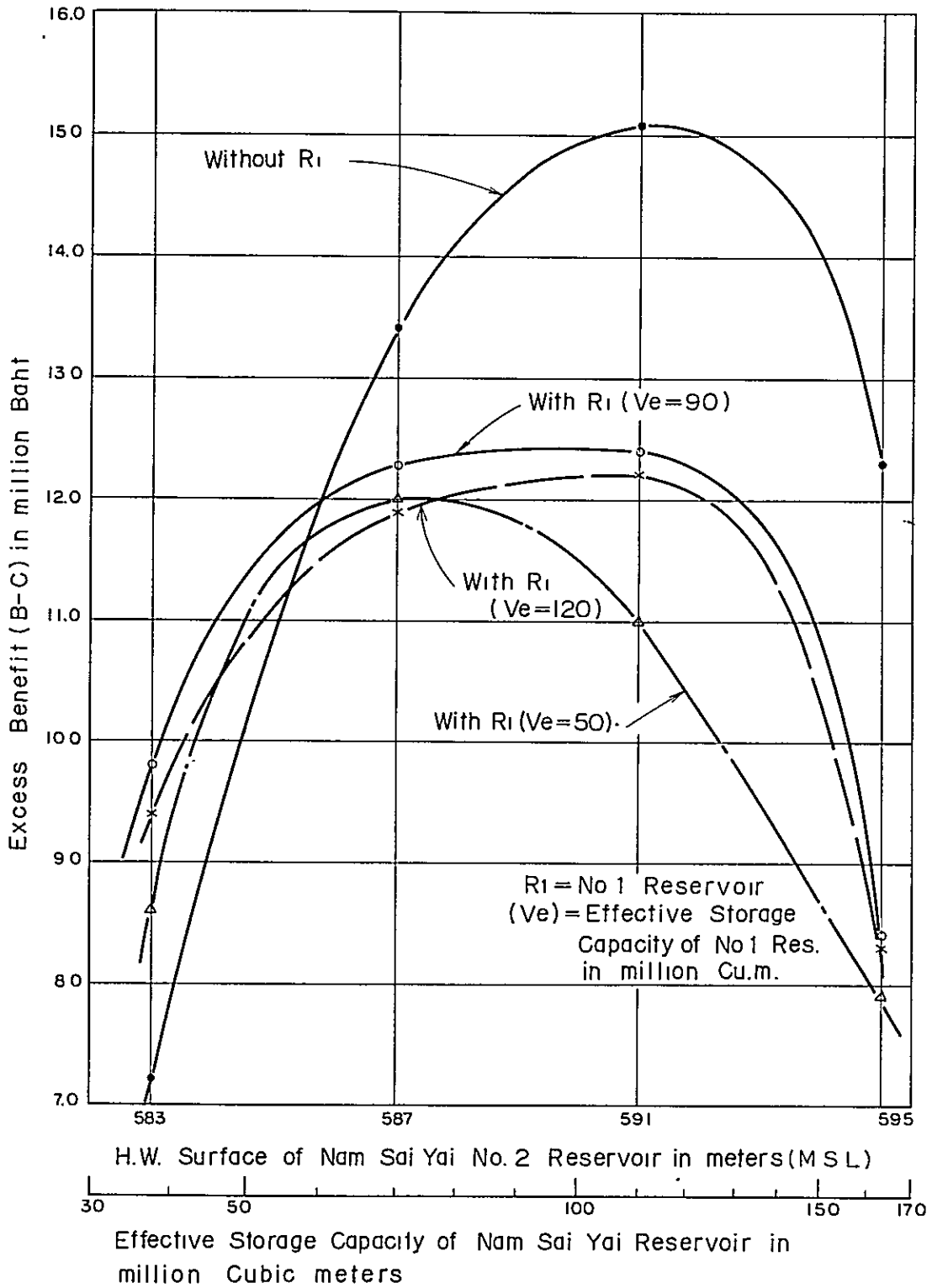
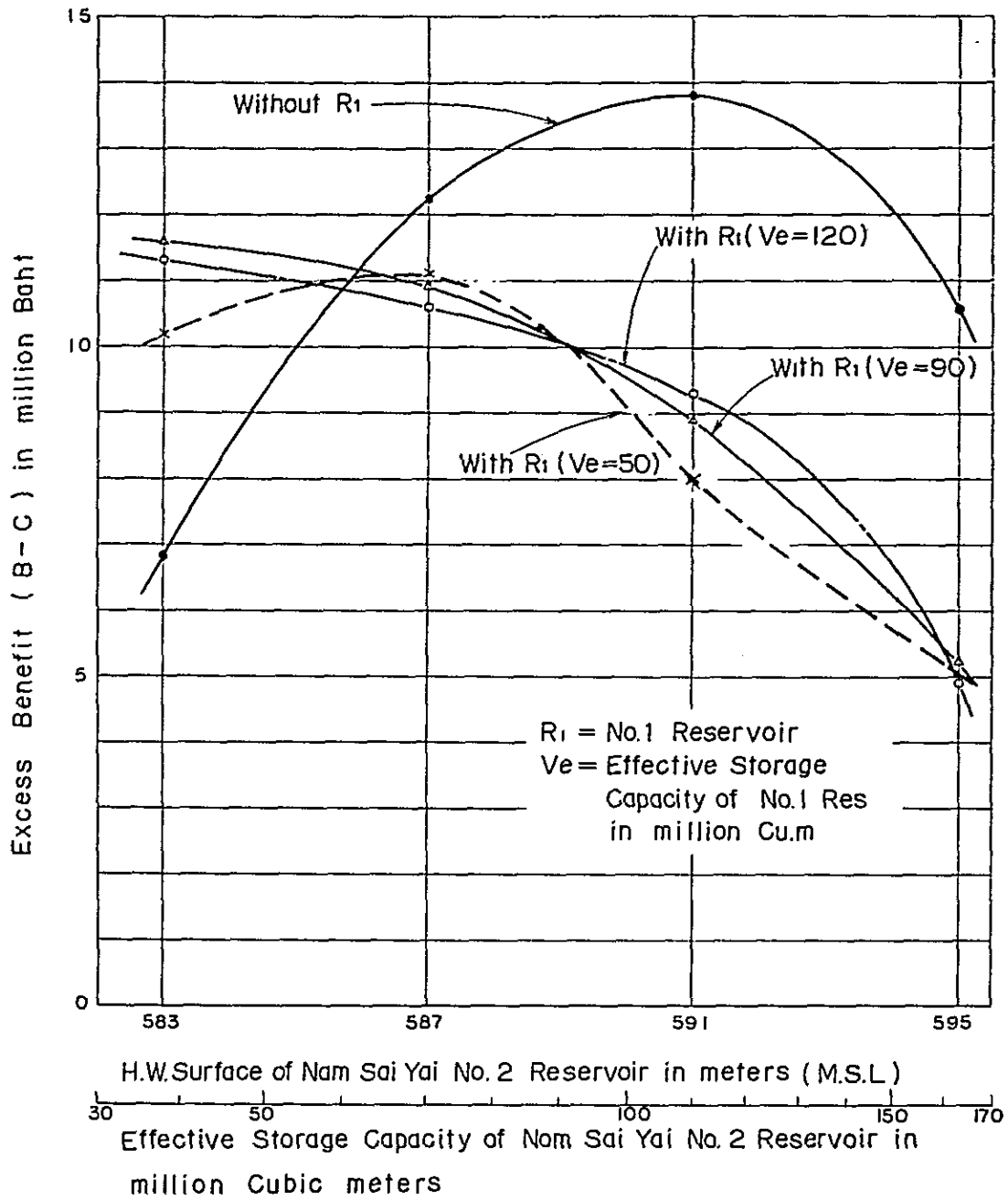


FIG. 6-5 EXCESS BENEFIT OF ALTERNATIVE SCHEME
(ISOLATED DEVELOPMENT)



される場合の2ケースにつき超過便益が最大となる様な貯水池の規模が検討された。その結果は、Fig. 6-5のとおりとなり、先に決定された規模(No.1貯水池H.W.L. 727.5m、No.2貯水池H.W.L. 591m)で良いことが明らかにされた。

6.2.2 No.4貯水池

(1) ダムサイトの比較

No.4貯水池ダム築造地点としては、地形的に見てSai Yai川とSai Noi川の合流点直下流(下流案)とそれより約3Km上流(上流案:各河川毎に縮切り両貯水池底をトンネルで連結する)の二カ所が考えられた。

両者は共にフィルタイプとし、取水位をE.L. 37mとして同一有効貯水量を確保するに要する工事費の比較が行なわれた。

この検討には勿論No.4発電所の放水位におよぼす影響も加味された。

その結果はFig. 6-6のとおりであり、上流案の方が有利であることが明らかにされた。

(2) No.4貯水池の規模

上流にNo.1およびNo.2貯水池が築造され、No.1~No.4発電所が運転される時は、No.4貯水池地点における流況はFig. 6-7に示すように大巾に改善され、1954~1968の15カ年に於ける濁水月流量(1月~4月の平均)は $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ から一躍 $7.7 \text{ m}^3/\text{s}$ に増大する。

併しながら、なおかつ洪水月流量(6月~11月の平均)と濁水月流量の間には約 $18 \text{ m}^3/\text{s}$ の開きがある。

この水を耕地のかんがいにも有効に利用するには、相当量の調整容量をもった貯水池を築造する必要がある。

併しながら全ての水を有効化することは、ダム地点の地形から見て(Fig. 6-6、および附録Fig. 6-4参照)経済的とはいえないし、又上流にNo.4発電所があるので、貯水池水位を高くすることは、かえって発電出力を低下させることになる。

従って貯水池の規模はかんがいとNo.4発電所の両者から得られる超過便益が最大となるよう決められた。

即ちかんがいについては、かんがい面積と、作物の作付率を変えた場合のいくつかのケースにつき必要とする貯水池規模が仮定され、No.4発電所については、これら貯水池規模から規制される放水位のもとでの設備が仮定された。

これらの組合せのもとで得られる超過便益はFig. 6-8のとおり貯水池のH.W.L. 44m(有効貯水量 $24 \times 10^6 \text{ m}^3$)かんがい面積13,300ha(水稲1期10,000ha、2期5,000ha、畑3,300ha)No.4発電所最大出力19,500kW(設備出

力 2 1,000 KW) のケースが最も経済的であることが明らかにされた。

なお、この検討に当り前提とされた事項は次のとおりである。

i) 貯水池流入量は、161～164 発電所が運転された場合の渇水年(1964年～1965年)流量とした。

ii) Sai Noi 川の上流流域 67 Km² は Prachantakham 川に分水されるものとする。

iii) 作物の作付率は次の 3 ケースとし、

ケース	I	II	III
水稲 1 期作	75 %	75 %	75 %
2 期作	—	37.5	75
畑作 果樹	15	15	15
畑作	10	10	10

(畑作の作付限界は 3,300 ha とし、それ以上の場合は水稲とみなされた)

単位用水量は 6.4.3 の基準による。

iv) かんがい取水水位は E.L. 37 m とする。

v) 貯水池水面からの蒸発量は 1,500 mm とする。

vi) 164 発電所取水水位は E.L. 170 m、負荷率は 33% とする。

vii) ダムはフィルタイプとし天端高は H.W.L に 4 m を加え貯水量および盛土費と水深との関係は附録 Fig. 6-4、6-8 により、工事費は 6.7 と同一基準により積算された。

viii) 費用および便益は 6.8 に準じて積算された。(但し 164 発電所の便益は運転と同時に Full 便益が得られるものとされた。)なお、水資源をかんがいに使用する場合の規模の限界についても検討された。

即ち前記の基準を用い超過便益が零となる場合の貯水池規模が検討された。その結果は貯水池の H.W.L. は 65 m、有効貯水量は、 152×10^6 m³、かんがい面積は 24,600 ha (水稲 1 期 21,400 ha 2 期 10,700 ha、畑 3,300 ha)、164 発電所最大出力は 15,900 KW である。

6.2.3 上流計画が 164 貯水池におよぼす影響

このことについては次の各 3 つのケースにつき検討された。

i) 上流に計画がない場合の 164 貯水池の規模

ii) 上流に 162 貯水池、163 発電所が建設された場合の 164 貯水池への影響

iii) 上流に 161 および 162 貯水池、161～164 発電所が建設された場合の 164 貯水池への影響

これらの検討は最適規模検討と同一基準により行なわれた。

FIG. 6-6 RELATION BETWEEN CONSTRUCTION COST AND STORAGE CAPACITY (NO.4 RESERVOIR)

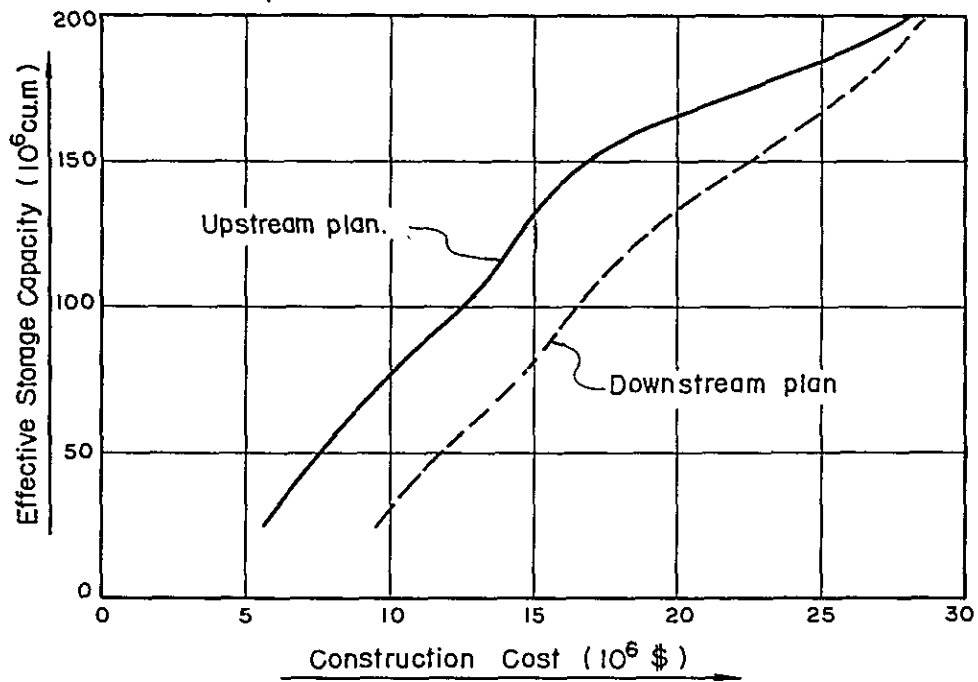
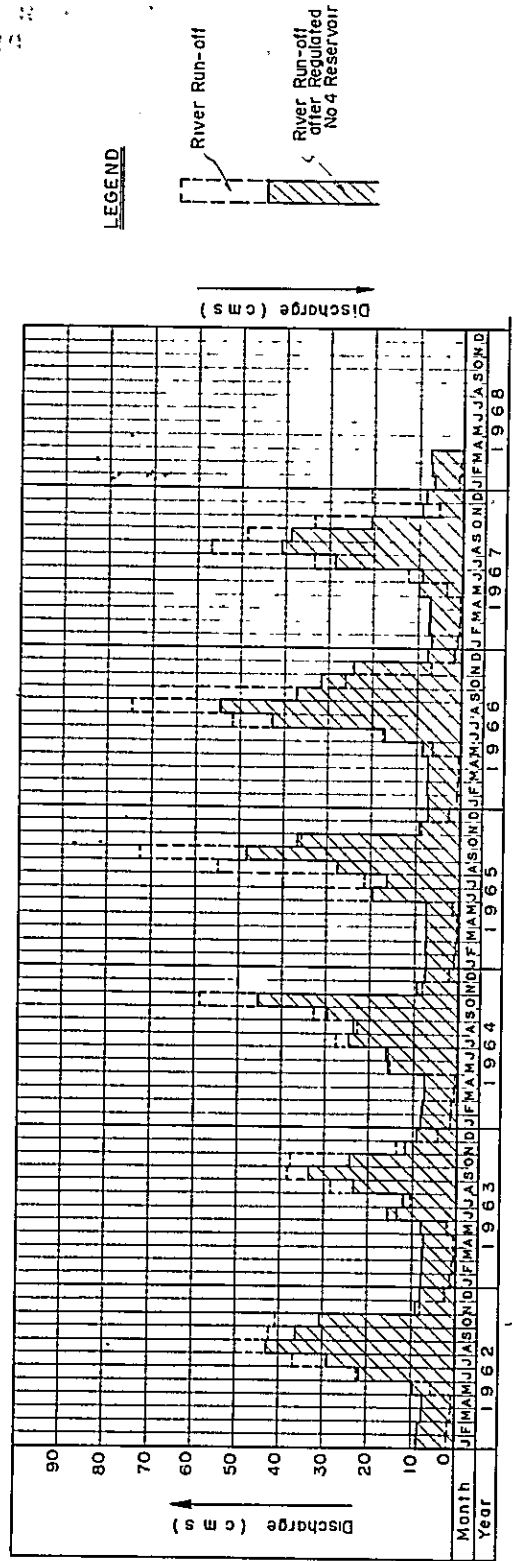
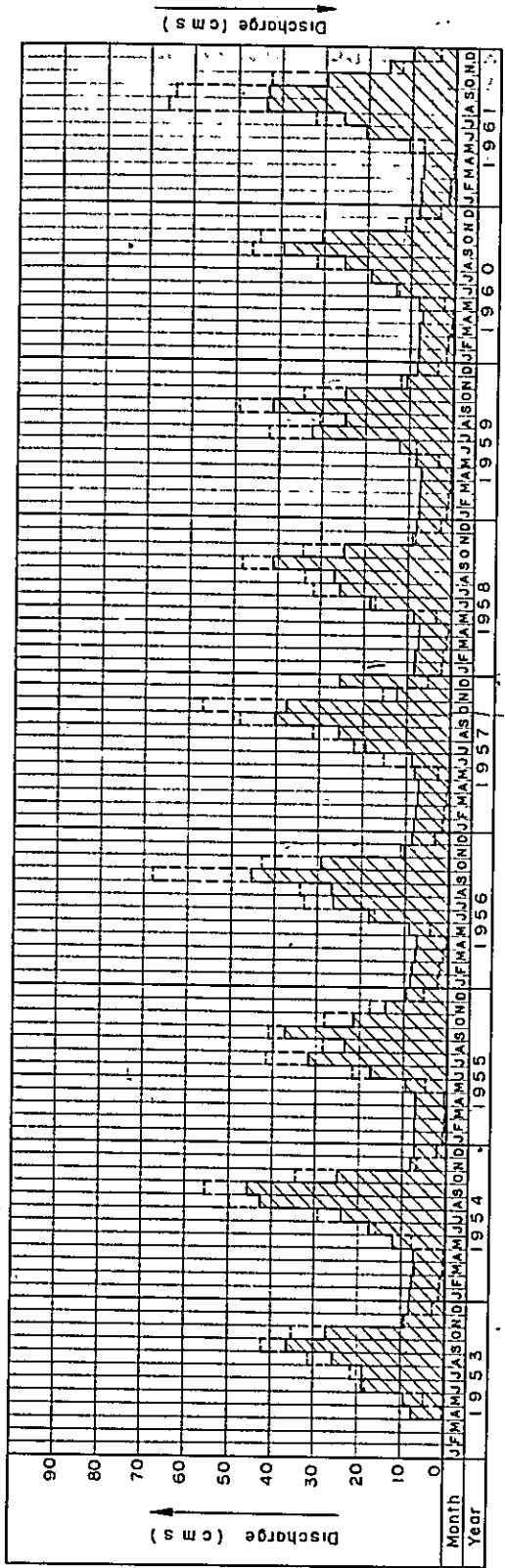


FIG. 6-7 MONTHLY MEAN RIVER RUN-OFF AND POWER DISCHARGE AT NO.4 DAM



LEGEND

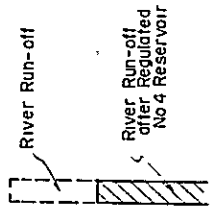


FIG. 6-8 EXCESS BENEFIT (B-C) AND COST BENEFIT RATIO (B/C) CURVES (NO.4 RESERVOIR)

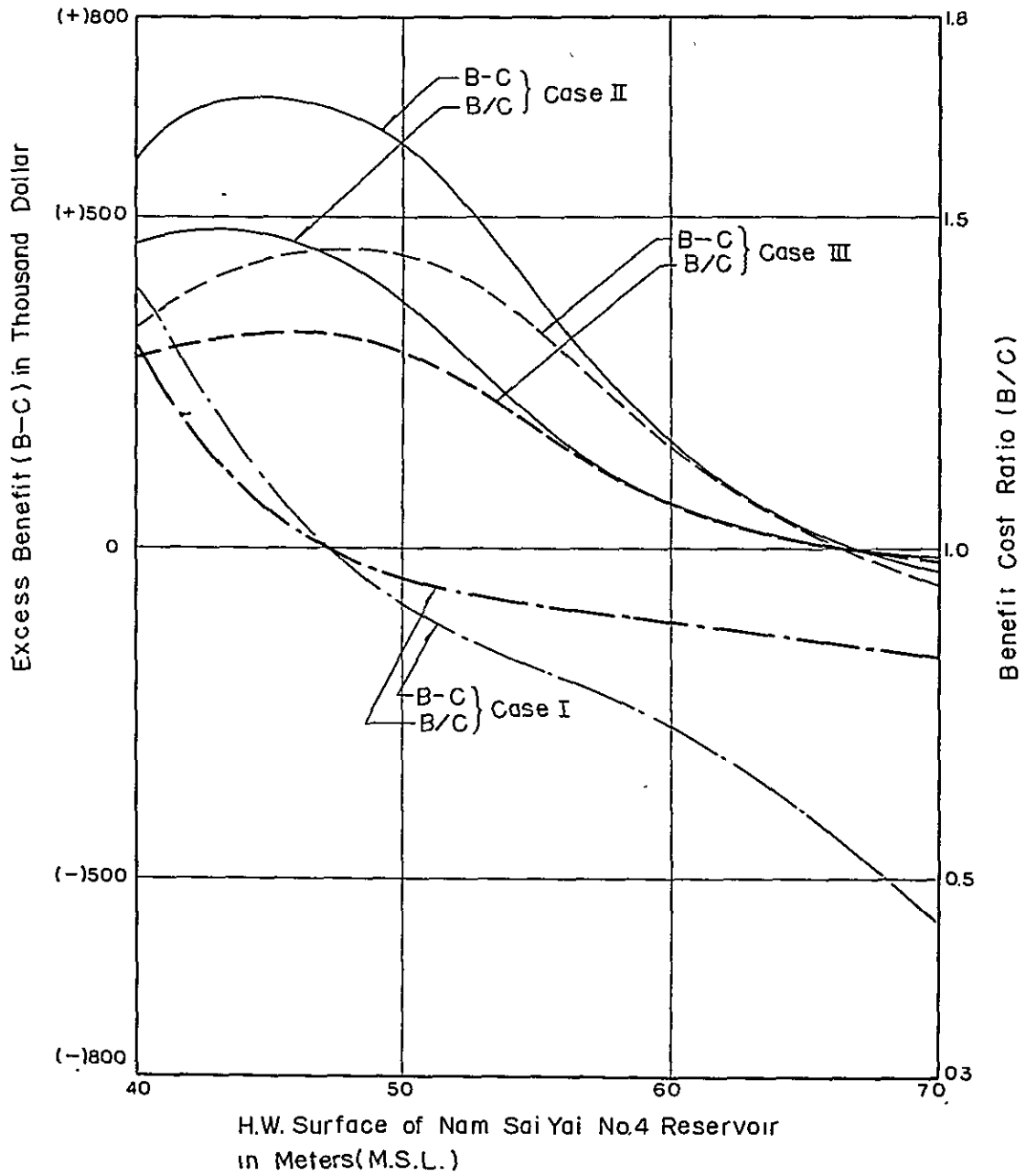


TABLE 6-1 INFLUENCES ON NO.4 RESERVOIR BY UPSTREAM PROJECTS. (Based on Irrigable Area 13,300 ha.)

Case	H.W.L. storage capacity		Effective No.4 P.S. Installed capacity		Construction Cost (Annual Cost : C)					Benefit : B		B/C	
	m	10 ⁶ cu.m	kW	No.4 Reservoir	No.4 P.S. Reservoir	Irrigation	Total	Power	Irrigation	Total	10 ³ \$		10 ³ \$
Without Power Project	60.5	117.5	-	13,679 (1,278)	- (-)	3,622 (338)	17,301 (1,616)	-	1,395	1,395	(-) 221	0.86	
With No.2 Reservoir and No.2, No.3 power stations	45.7	32.1	-	5,369 (502)	- (-)	3,622 (338)	8,991 (840)	-	1,395	1,395	555	1.66	
With No.1 and No.2 Reservoirs and No.1 No.4 power stations	43.8	23.6	19,500	4,889 (457)	8,286 (609)	3,622 (338)	16,797 (1,404)	692	1,395	2,087	683	1.49	

Note : 1. Including 67 sq km of Catchment Area on Sai Noi River
2. Benefits are calculated from No.4 Power Station and Irrigation only.

TABLE 6-2 INFLUENCES ON NO.4 RESERVOIR BY UPSTREAM PROJECT (Based on Normal H.W.L. 44 Meter)

Case	No.4 P.S Installed capacity	Irrigable Area	Construction Cost (Annual cost : C)				Benefit : B		B - C	B/C
			No.4 Reservoir	No.4 P.S.	Irrigation	Total	Power	Irrigation		
	kW	ha	10 ³ \$	10 ³ \$	10 ³ \$	10 ³ \$	10 ³ \$	10 ³ \$	10 ³ \$	
Without power project	-	5,100	4,949	-	1,390	6,339	-	536	(-) 56	0.91
		Paddy Rice	(462)		(130)	(592)				
		1st-crop 3,825 2nd-crop 1,912 Upland crops 1,275								
With No.2 Reservoir, and No.2, No.3 power stations		12,000	4,949	-	3,352	8,301	-	1,294	1,294	1.67
		Paddy Rice	(462)		(313)	(775)				
		1st-crop 9,225 2nd-crop 4,612 Upland crops 3,075								
With No.1 and No.2 Reservoirs and No.1 to No.4 power stations		13,400	4,949	8,286	3,647	16,882	691	1,402	2,093	1.48
		Paddy Rice	(462)	(609)	(341)	(1,412)				
	19,500	1st-crop 10,100 2nd-crop 5,050 Upland crops 3,300								

Note : 1. Including 67 sq.km of Catchment Area on Sai Noi River
2. Benefits are calculated from No.4 Power Station and Irrigation only.

以上の結果は Table 6-1、6-2 のとおりで、かんがい面積を 13,300 ha とした場合、No.2 貯水池が出来ることにより、No.4 貯水池において $8,310 \times 10^3$ \$ の工事費が、更に No.1 貯水池が出来ることにより 480,000 \$ が節減出来る。

又 No.4 貯水池の規模が先に述べられた H.W.L. 44 m とする場合、No.2 貯水池が出来た時点 (Sai Noi 川からは分水しない) では、かんがい面積は 12,300 ha (水稲 1 期 9,200 ha、2 期 4,600 ha、畑 3,100 ha) となり、更に No.1 貯水池が出来た時点 (Sai Noi 川からは分水しない) では、かんがい面積は 13,400 ha (水稲 1 期 10,100 ha、2 期 5,050 ha、畑 3,300 ha) となる。

又、No.2 貯水池が建設され、Sai Yai 川に取水堰を設けて、かんがいする場合のかんがい規模についても検討が加えられた。このことについては別途 Feasibility Report に述べられている。

6.2.4 洪水調節

6.2.1 および 6.2.2 で決定された No.1、No.2 および No.4 貯水池は何れも利水を目的としたものである。併しながら、これら貯水池による貯留作用により、洪水は自然軽減される。

No.2 貯水池地点に於ける既往洪水量 ($180 \text{ m}^3/\text{s}$ 1966 年 8 月) (附録 Fig. 4-10 参照) を対象に No.1、No.2 貯水池が建設された場合について、検討された結果は附録 Fig. 4-13 のとおりで、San Sapanhin に於いて、 $80 \text{ m}^3/\text{s}$ がカットされる。

又 Hanuman 川の Ban Wong Mon 附近の既往洪水量は洪水位のコル跡より約 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ と推定された。若し、上記の貯水池の貯留作用により、 $80 \text{ m}^3/\text{s}$ がカットされるならば、Ban Wong Mon 附近の洪水量は $420 \text{ m}^3/\text{s}$ に、水位は約 0.8 m 低下するものと推定される。この結果 Hanuman 川兩岸で約 200 ha の耕地が湛水をまぬがれることになるものと思われる。(6.4.1 参照)

6.3 発電計画

6.3.1 発電

6.2.1 で検討された貯水池の最適規模に対応する発電所の規模は次のとおりである。

発電所名	使用水量 常時	最大 流量	有効落差	最大出力
No.1	$3.1 \text{ m}^3/\text{s}$	$10.0 \text{ m}^3/\text{s}$	86.7 m	8,000 kW
No.2	7.3	20.0	74.3	12,000
No.3	7.3	20.0	333.3	58,000
No.4	7.4	21.0	119.4	21,000

これらの規模のもとで、発生する電力量は 1953 年より 15 年につき計算した結果は、年間平均で次の様な値となる。

発電所名	年間平均発生電力量
16 1	21,000MWh
16 2	42,000
16 3	190,000
16 4	79,000
計	332,000

なお、保証出力は次のとおりである。

発電所名	保証出力
16 1	6 MW
16 2	11.8
16 3	56.0
16 4	19.5
計	93.3

6.3.2 送 電

これらにより、発生された電力は東北地方の需要にあてられる。このため115kV、2回線、延長105Kmの送電線が163発電所からKorat変電所間に建設される。

又、161発電所から162発電所(延長18Km)162発電所から163発電所(4Km)及び、164発電所から163発電所(7Km)に夫々115kV1回線の送電線が建設される。

(Fig . 6 - 9 参照)

6.3.3 通 信

電力搬送通信系統がKorat変電所とSai Yai 発電所との間に設置され、給電指令及び一般業務の目的に供される。送電線保守のためVHF装置が設置される。

(Fig . 6 - 1 0 参照)

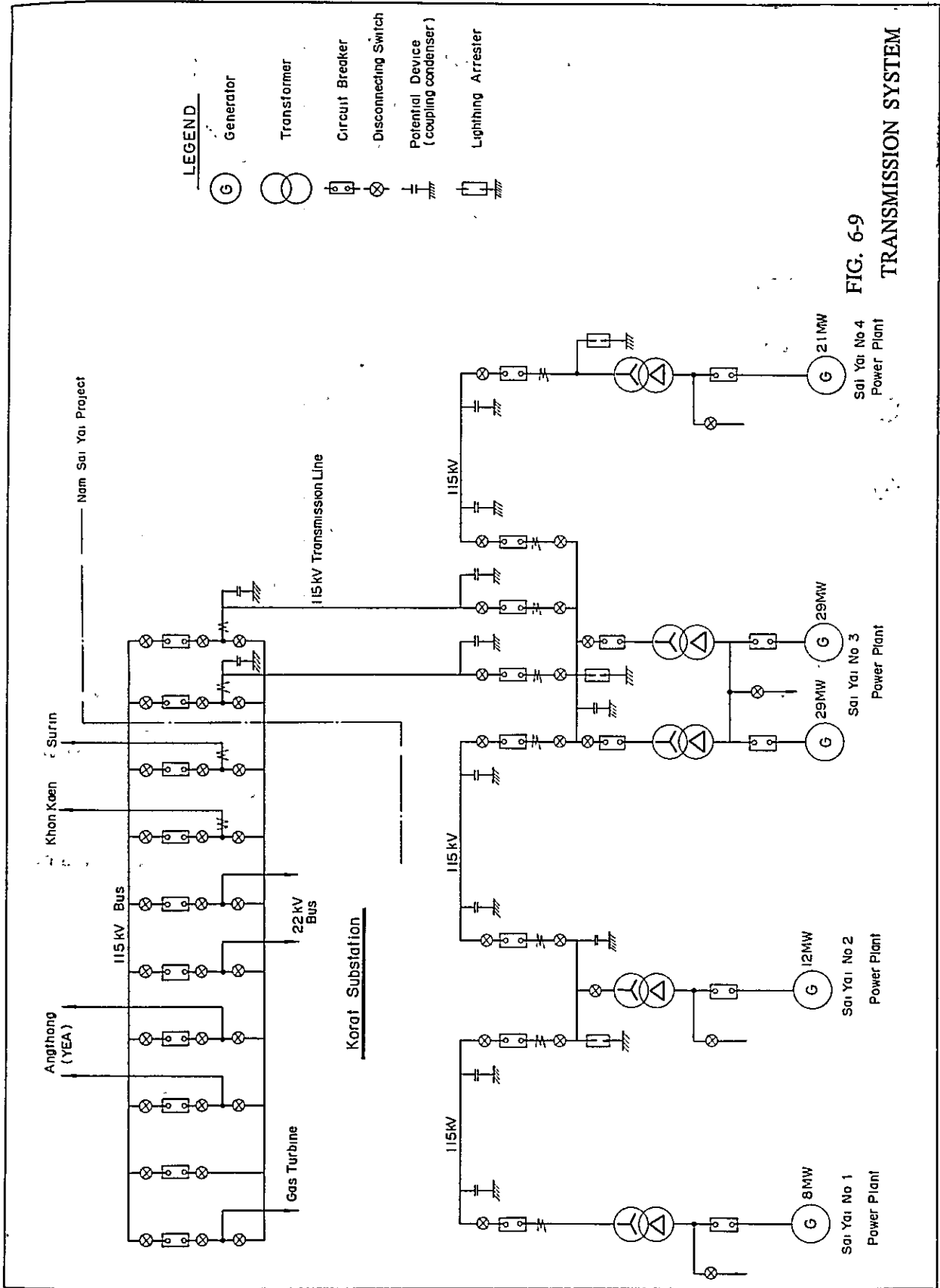
6.4 農 業 開 発 計 画

6.4.1 農業概況

(1) 社会状況

計画地域の属するChangwad Prachinburi は面積1,795Km²、人口334,895人^{※1}で1Km²当りの人口は28人である。Changwad は9つのAmphur からなっており、(District) 計画地域はAmphur Kabinburi およびPrachantakham にまたがる。

両Amphurの耕地面積は426,446 Rai^{※2}(68,200ha)農家数13,103戸で1戸当りの耕地面積は33 Rai^{※2}(5.2ha)である。階戸別土地所有面積は附録Table 6-1に示すとおりである。



LEGEND

- Generator
- Transformer
- Circuit Breaker
- Disconnecting Switch
- Potential Device (coupling condenser)
- Lightning Arrester

FIG. 6-9
TRANSMISSION SYSTEM

Nam Sai Yai Project

Khon Kaen Surin

Angthong (YEA)

115 kV Bus

22 kV Bus

Gas Turbine

Korat Substation

115 kV Transmission Line

115 kV

115 kV

115 kV

21 MW

Sai Yai No 4 Power Plant

29 MW

Sai Yai No 3 Power Plant

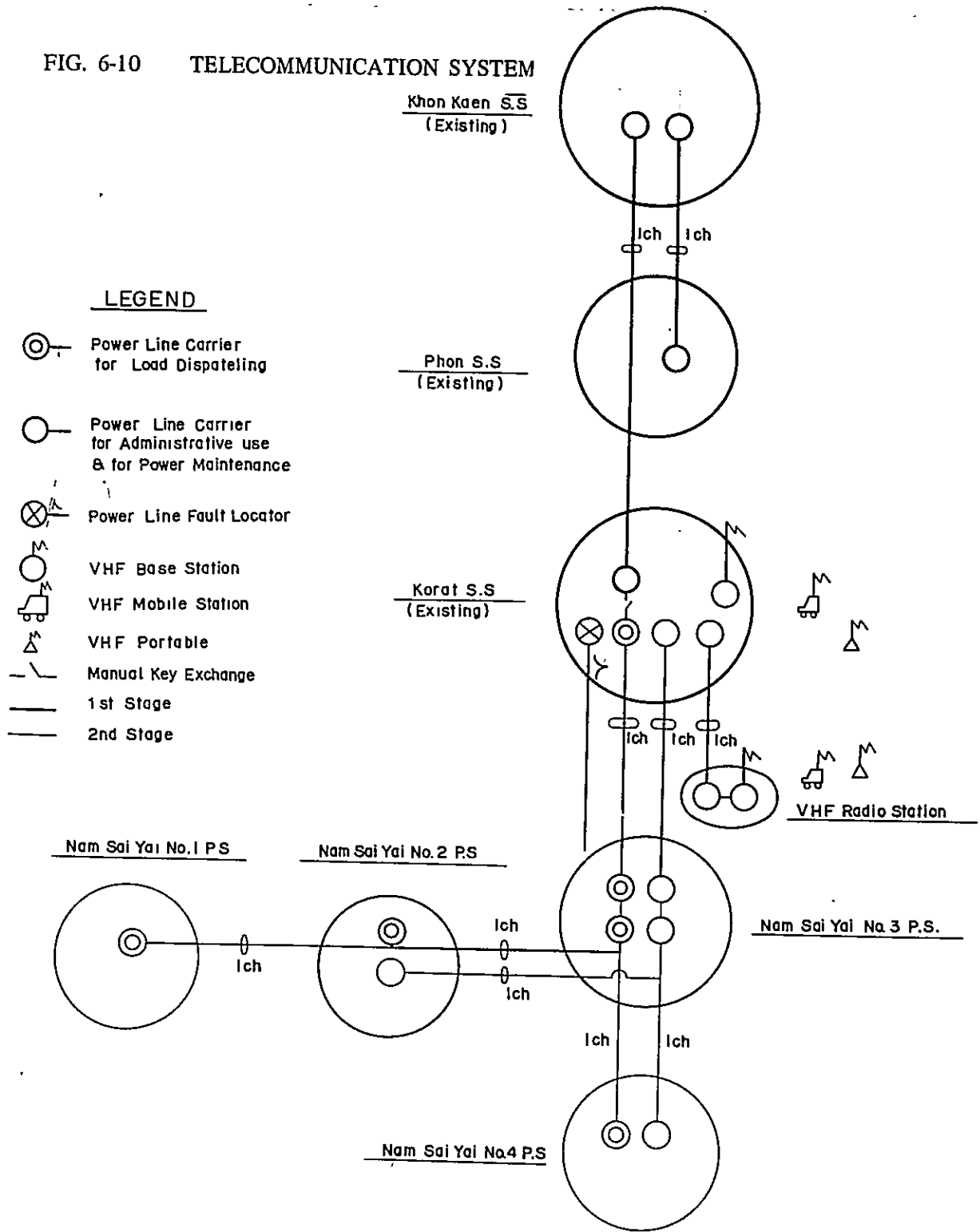
12 MW

Sai Yai No 2 Power Plant

8 MW

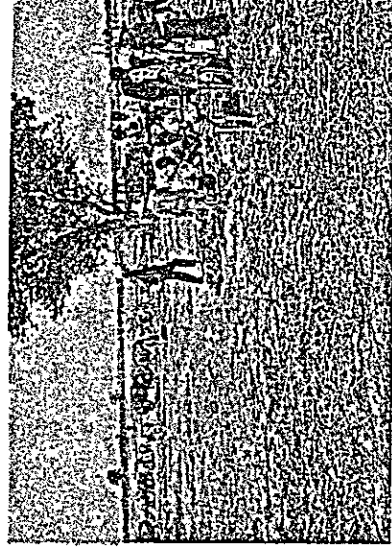
Sai Yai No 1 Power Plant

FIG. 6-10 TELECOMMUNICATION SYSTEM





Proposed irrigation area on the left bank of the Hanuman River



Inundated area in rainy season on the lower reaches of the Hanuman River

Changwad における中心都市は Prachinburi および Kabinburi である。これらの都市は運輸、交通の面では比較的恵まれた位置にあり、Bangkok から State Railway of Thailand Eastern Line および 2 ルートの Highway が通じ、約 3 時間の行程にあり、経済的には全く Bangkok 経済圏内にある。

注 ※ 1 STATISTICAL YEARBOOK THAILAND 1964

※ 2 CENSUS OF AGRICULTURE 1963

(2) 気象

この地方の年平均気温は 28.5°C 、月平均最高気温は 31°C (4 月)、月平均最低気温は 27°C (12、1 月) である。

稲の発育に対する最適温度は 30°C 前後とされているが、この地方の気温はこの温度条件を問題なく保証しており、年間を通じ栽培が可能である。(附録 Table 4-1 参照)

降雨量は年平均 $1,508.1\text{mm}$ で、最高は 1961 年 4 月～1962 年 3 月の $2,422.8\text{mm}$ (1953 年～1968 年)、最低は 1965 年 4 月～1966 年 3 月の 994.6mm であり、大部分が 6 月～10 月に集中する。(附録 Table 4-2 参照)

稲はこの期間に栽培される(稲の生育に必要な水を補給するには不十分であることは 3.2 で記録済)が果樹等通年作物はかんがい施設が不可欠の条件となる。

(3) 水質

NEA が Science Department に委託して実施した Sai Yai 川 および Sai Noi 川の水質は附録 Table 6-2 のとおりであり、又岡山大学教授※小林細氏による Prachinburi 川の水質は附録 Table 6-3 のとおりである。これらによると、Sai Yai 川水系の水はかんがい用水として何ら問題がないと思われる。

注 ※ 東南アジア諸国の河川の化学的研究

タイ国の水質について 1958

岡山大学農薬生物研究所

(4) 土地利用状況

Amphur Kabinburi および Prachantakham の耕地 $426,446\text{ Rai}$ ($68,200\text{ ha}$) の土地利用状況は附録 Table 6-4 のとおりで約 78% に当たる $332,242\text{ Rai}$ ($53,200\text{ ha}$) が Land in Crops, 7% に当たる $28,544\text{ Rai}$ ($4,600\text{ ha}$) が Fallow and other arable land および Land tree crops として利用されている。

附録 Fig. 6-9 は航空写真より Hanuman 川、Prachinburi 川 および Prachantakham 川に囲まれた EL 40 m 以下の土地と、Hanuman 川左岸で Samong 川までの EL = 30 m 以下の土地につき水田とその他の土地に区分されたものであり、総面積 $31,000\text{ ha}$ に対し水田は $19,000\text{ ha}$ と推定された。

その他面積1,2000 ha に対しては上記Amphur の土地利用状況や現地踏査等から推定して、畑2,000 ha 、果樹1,500 ha 、草地8,500 ha 程度と推定される。

(5) 土 壤

今回の現地調査で、計画地域内に38カ所の試掘(深さ約1 m)調査が実施された。その結果は附録 Fig. 6-10 および附録 Table 6-5 のとおりであり、更に同表には、1960年日本政府調査団により行なわれた土壌調査結果も併記された。

土壌の母岩は中生代の砂岩で、土性は川沿いの湛水地域(附録 Fig. 6-10 参照)は Silty Loam 又は Silty Clay Loam であり、その他の地域はほとんどが Sandy Loam である。

又、Kabinburi より Prachantakham にいたる国道沿い(特に北側)には地表近くにラテライト層が分布している。ここでは作土が10 cm 位の所もある。地形上水利の便があるので水田として利用されているが、生産性は高くないと思われる。

化学的成分について見ると全地域にわたり酸性で肥料成分が全く欠けている。

これは高温多湿地域の特性として有機分の分解が早く又流失し易いことその他、古来からの習慣として無肥料による栽培等が原因であろう。

併し反面、かんがい施設が完備すれば水稻の場合多肥増産型の品種を導入することができ、大きな増産の効果も期待できようし、又高位部の砂質の所ではMango の緑な米樹栽培[※]も可能である。このことはこの地方が消費地に比較的近いことと併せ考えれば、将来の発展が期待できる。

注 ※ THE SOILS OF THAILAND, ROBERT L. PENDLETON,
SAROT MONTRAKUN 1960

(6) 排水状況

既に述べられたとおり、降雨が6~10月に集中するので8~9月には河川の水位は上昇し、低位部に氾濫する。

Hanuman 川につきNEAが現地調査した過去の最大洪水位から湛水地域を推定すれば附録 Fig. 6-10 のようになり、その面積は約1,200 ha である。

これらの地域の湛水は Prachinburi 川沿いの様に長期に亘るものでなく上流にダム群が完成すれば相当軽減されるものと考えられる。

Prachantakham川および Prachinburi 川についてはHanuman 川の湛水状況から推定してEL. 8 m 位まで湛水しその期間はHanuman 川よりも長期に亘るものと推定される。なお、Prachinburi 川沿いには堤塘が築かれ、又右岸のKabinburi, Prachantakham 間には逆流防止樋門が設置され(4カ所)ているが、これだけでは充分とは考えられない。このような常時湛水地域には浮稲が栽培されており、又完全な排水

工事には莫大な費用を必要とするので、当面の問題として取り上げることは時期早尚と考
えられる。

一方、これらの湛水地域も乾期には地下水位が低下する(約3m)ので、かんがい用水
が得られれば絶好の土壤条件を具備しているため土地利用上、見逃すことのできない地域
である。

(7) 営農状況

Amphur Kabinburi および Prachantakham での農業経営は水田を中心とするもの
である。

農家の経営規模は1戸当り33 Rai^{※1} (52 ha)内、水田26 Rai^{※2} (4.2 ha)で
あって、全国平均の19 Rai (3.0 ha)内、水田11 Rai (1.8 ha)を上廻っている。
階層別には附録 Table 6-1に見られるとおり、10 Rai (1.6 ha)~35 Rai^{※1}
5.6 ha の耕地を経営する農家が約50%を占めている。

この地方の主たる農作物の作付面積および生産量は附録 Table 6-6に示されている
が特に水稻および果樹の栽培状況は次のとおりである。

注 1. CENSUS OF AGRICULTURE 1963

2. AMPHUR 調べ 1967

(水 稲)

水稻栽培は現在、ごく一部の雨期常時湛水地域で浮稲を栽培する他は移植法によっ
て行われている。

栽培期間は概ね Fig. 6-11に示すとおりで移植は雨をまって湛水した水田より
逐次行なわれる。

雨期の開始が年により異なるため、最もよいとされる30日苗を移植することはまれ
である。

収穫は雨期あけの11月より、1月にかけて実施される。農作物はもっぱら人力および
畜力によっており、肥料農薬等も余り使用されない。(附録 Table 6-7~9 参照)

生産性については3.2で述べられたとおり最近7カ年の平均はha 当り1.2 tonであ
る。(附録 Table 3-1 参照)

干魃、洪水および病虫害については個々の記録が入手されなかったがChangwad
Prachinburi 1962年の作付面積は1,046,730 Rai (167,480 ha)に對
し収穫面積は935,744 Rai^{※1} (149,720 ha、90%弱)であり、又1966
年 Amphur Kabinburi では豊水年にも拘らず1,560 Rai (1,850 ha)、全水
田面積2,178,65 Rai^{※2} (34,860 ha)の5%が干害をうけている。

病虫害は1966年 Amphur Kabinburi で5,787 Rai (930 ha、全面積の3

%)である。

※1 CENSUS OF AGRICULTURE 1963

※2 AMPHUR KABINBURI 調べ

(果 樹)

計画地域内ではまとまった果樹園は見当らない。ドリアンおよびオレンジを栽培する農家についてこれらの果樹の生産状況が聴き出された。その結果は次のとおりである。

これらの樹は植付後5年目位から果物の収穫が可能となり、30年目位で生産量は最高に達し、40年目位より生産量は急減する。

成木に達した場合の生産量は概ね附録 Table 6-10のとおりである。

老木は逐次若木と植え替えられるので、長期的に或は広域的に見れば、常時生産のあげられる木は概ね80~90%である。生産量の平均値は成木最盛期の生産量の60~70%と推定される。

6.4.2 計画が実施されない場合と実施された場合の農業生産

(1) 計画が実施されない場合の農業生産

(水 田)

計画が実施されない場合は現在の稲作栽培技術の慣行は続けられ、生産性の向上は余り期待できない。従ってここでは計画が実施されない場合の水稻の単位面積当りの生産量は Changwad Prachinburi の過去7カ年の平均 1.2 ton/ha とし又販売単価については、1966年産米のこの地方の産家庭先渡し価額の平均値 1.2 B/kg ($58.5 \text{ \$/ton}$) として概算された。即ち、ha 当り生産額は $70.2 \text{ \$}$ と概算された。

生産費および純収益については計画地域内の農家よりの聴取り結果に基づき、附録 Table 6-11のように推定された。即ち収穫面積1ha 当りの生産費は $32.86 \text{ \$}$ 、作付面積1ha 当りのそれが $34.5 \text{ \$}$ と見積られた。これを上記の1ha 当りの生産額 $70.2 \text{ \$}$ と対比すれば純益額は ha 当り $35.7 \text{ \$}$ 、純益率は約51%と見積られた。

(畑)

果樹は通年作物であり、現在栽培中の果樹は何らかの形でかんがいが行なわれている。故に、計画が実施されなくとも、現状の生産額、生産費および純益には変りはないと推察される。

今6.4.1(7)で述べられたドリアンおよびオレンジ 25 Rai (4.0 ha) を経営する農家を標準とするならば、これらの値は附録 Table 6-12のとおり夫々 $1,000 \text{ \$}$ 、 $633 \text{ \$}$ および $367 \text{ \$}$ と見積られる。

一般畑作物はかんがいしない限り雨期のみ栽培となる。生産性も現在同様不安定であり、収益性もせいぜい米作と同程度と見なされ (Table 6-3 参照) ここでは生

TABLE 6-3 GROSS INCOME FROM EXISTING UPLAND CROPS

Crop	Average Yield (ton/ha)	Unit Price per ton (\$)	Income per ha (\$)
Jute *	1.25	72.6	91
Ground Nuts *	0.88	96.8	85
Mung Bean *	0.94	60.5	57
Sesame	0.50	121.0	61
Peper	0.94	169.4	159
Egg Plant	2.50	48.4	121
Chinease Cabbage	4.88	72.6	354
Tomato	2.69	72.6	195
Onion	2.19	96.8	212

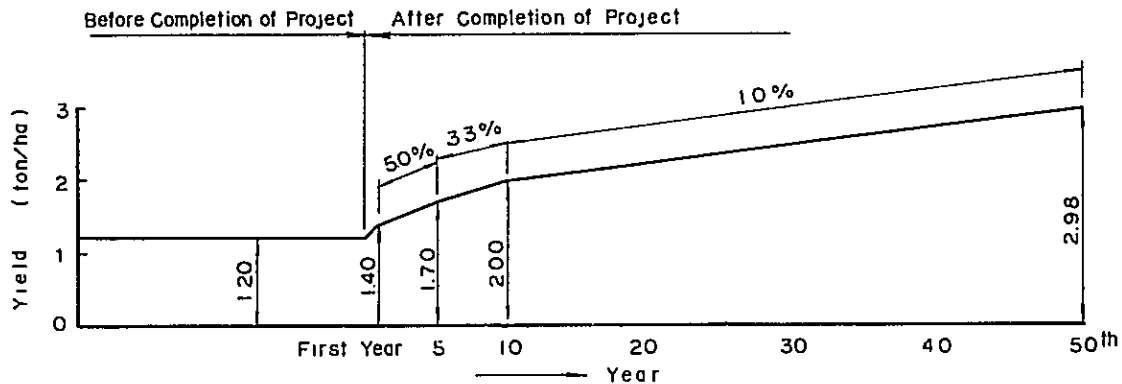
Note : * Truck Crops for Sale

FIG. 6-11 PRESENT AND PROPOSED GROWING PERIOD

Crops	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug	Sep.	Oct.	Nor	Dec	Jan	Feb	Mar
Present Paddy Rice (1st-crop)			①			②			③			
Paddy Rice (1st-crop)			①			②			③			
Paddy Rice (2nd-crop)	②		③								①	
Orchard												
Upland Crops												

Note ① --- Nursery Period
 ② -- Irrigation Period
 ③ ---- Harvest Period

FIG. 6-12 CHANGE IN PADDY RICE YIELD



産額、生産費及び純益をそれぞれ ha 当り 7 0.2 \$、3 4.5 \$ 及び 3 5.7 \$ とされた。

(2) 計画が実施された場合の農業生産

(水 田)

計画が実施された場合干魃や洪水による直接被害が減少することは言うまでもないが、更に水の掛け引きが自由にできるので、良質で増産型の品種を導入することができ、充分なる肥料を思いきって施すことも可能となる。又栽培時期についても現在の習慣にとられる必要がなく出穂期が雨期後の日照が充分得られる 1 1 月になる様現在より約 1 カ月ずらし、多収獲をねらうことも可能となる。又米の需要が増し農民の意欲次第では二期作、三期作も可能となる。

この計画では Sam Chook 試験場の試験結果や(附録 Table 6-15 参照) 計画地域内の農家の実績を参考に栽培期間および生産量の変せんは Fig. 6-11 および Fig. 6-12 のように推定された。即ち 1 ha 当り平均収量については工事完了後は Changwad Prachinburi の豊作年の収量に近い、1.4 ton、5 年後には計画地区の多収獲者の収量に近い 1.7 ton、10 年目には 2.0 ton (試験場での実績) とし、その後は年率 1 % で上昇するものと推定された。(50 年目において ha 当り約 3 ton)

二期作については需要の程度農民の意欲或は労働力等にも左右され、工事完了後直ちに計画面積全部について実施されるとは思われず、一応初年目から逐次導入され、5 カ年で水田面積の 50 % に達し、その後は作付面積が増加しないものとされた。又 1 ha 当り収量は一期作のその時点の単位収量と同じと見なされた。

なお、1 ton 当りの単価は 1966 年産米の農家庭先価格とし、58.5 \$ (1.2 B/kg) として積算された。

上記、生産量を確保するため必要とする生産費は現況稲作のそれ等の値を基に推定された。即ち附録 Table 6-13 に示す通り水稻が 1 ha 当り 2 ton 生産される場合の生産費は 46.55 \$、純益は 70.45 \$、純益率は約 60 % と見積られた。

以上から計画が実施された場合の純益は粗生産額の 60 % として積算され、計画が実施されてから 50 年間にわたる各年の純益額は附録 Table 6-16 のように積算された。

(畑)

既存果樹は既にかんがい施設を具備している。計画に基づく工事が完了した場合、水利費は 6.8.1 で述べられており、ha 当り 57 \$[※] と見積られ計画が実施されない場合の ha 当り 77 \$ { 6.4.2 (2)、参照 } に比較すれば節減額は 20 \$ と推定される。

新たに作付られる果樹の生産額および生産費は計画が実施されない場合に比し、水利費 (灌水施設費及び燃料費) が異なるのみで他は同一と見なされる。即ち附録 Table

6-14に示されるとおり ha 当りの生産額は1,000 \$、生産費は554 \$、純益は446 \$、純益率は45%と見積られる。

$$\times 752,500 \$ / 1,330 \text{ ha} = 57 \$$$

一般畑作物はかんがいによる増産効果大きい。又乾期においても各種作物の栽培が可能となる。特に地力保持の面から輪作の一つにマメ科作物の導入が好ましい。(水田についても同様である。)

これらの作物の生産額、生産費については作物の種類も多く面積も少いので、この計画では水田に準ずるものとして積算された。

(3) 洪水調節による減産防止

冠水による被害は作物の種類、冠水の時期、および時間により異なるが6.2.4で述べられた洪水が2年に1回の割合で起るとし、[※]現地での聴取りや日本での尺度等を参考に、水稻の減収歩合を50% (穂孕期に冠水2日するのを防止したとする) とすると、年間平均約100 ton、金額にして5,850 \$の減産を防止できることになる。

なお、施設等に対する被害防止も考えられるが、被害記録等も入手できず、ここでは金額には換算表示されなかった。

※ 日本農林省統計調査部資料

6.4.3 かんがい計画

(1) かんがい面積

6.2.2で検討された最適規模のかんがい可能面積は水田10,000 ha、(内50%2期作)畑3,300 haである。これらの地積は地形、土壌および土地利用の現況に基づきTable 6-4のとおり決定された。(計画概要図参照)

TABLE 6-4 all cap

地 目	現 況 (ha)	計 画 (ha)	
水 田	10,000	10,000	
畑	果 樹	700	2,000
	一般畑	1,300	1,300
	草 地	1,300	-
	小 計	3,300	3,300
合 計	13,300	13,300	

(2) 単位用水量

水田の単位用水量は栽培期間を6.4.2(2)で述べられたとおりとし、次により概算された。

i) 栽培方法は移植法によるものとし、苗代面積は本田面積の1/15、苗代期間30日に対し、日減水深は20mmとする。

TABEL 6-5 WATER REQUIREMENT FOR PROPOSED IRRIGABLE AREA
(13,300 ha)

Item	Unit	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Paddy Rice (1st-crop) 10,000 ha	c.m.s	-	-	0.590	6.960	11.310	1.770	9.880	11.310
Paddy Rice (2nd-crop) 5,000 ha	c.m.s	7.480	7.100	0.600	-	-	-	-	-
Upland Crops 3,300 ha	c.m.s	2.564	2.960	0.888	1.772	1.175	0	1.416	2.069
Diversion Water Requirement	c.m.s	10,044	10.060	2.078	8.732	12.485	1.770	11.296	13.359

Item	Unit	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total	Average
Paddy Rice (1st-crop) 10,000 ha	c.m.s	6.320	-	-	-	48.140	6.975
Paddy Rice (2nd-crop) 5,000 ha	c.m.s	-	0.320	3.700	8.805	28.005	4.690
Upland Crops 3,300 ha	c.m.s	2.459	2.495	1.617	2.551	21.966	1.837
Diversion Water Requirement	c.m.s	8.779	2.815	5.317	11.356	98.111	8.214

FIG. 6-13 RESERVOIR OPERATION (NO.4 RESERVOIR)

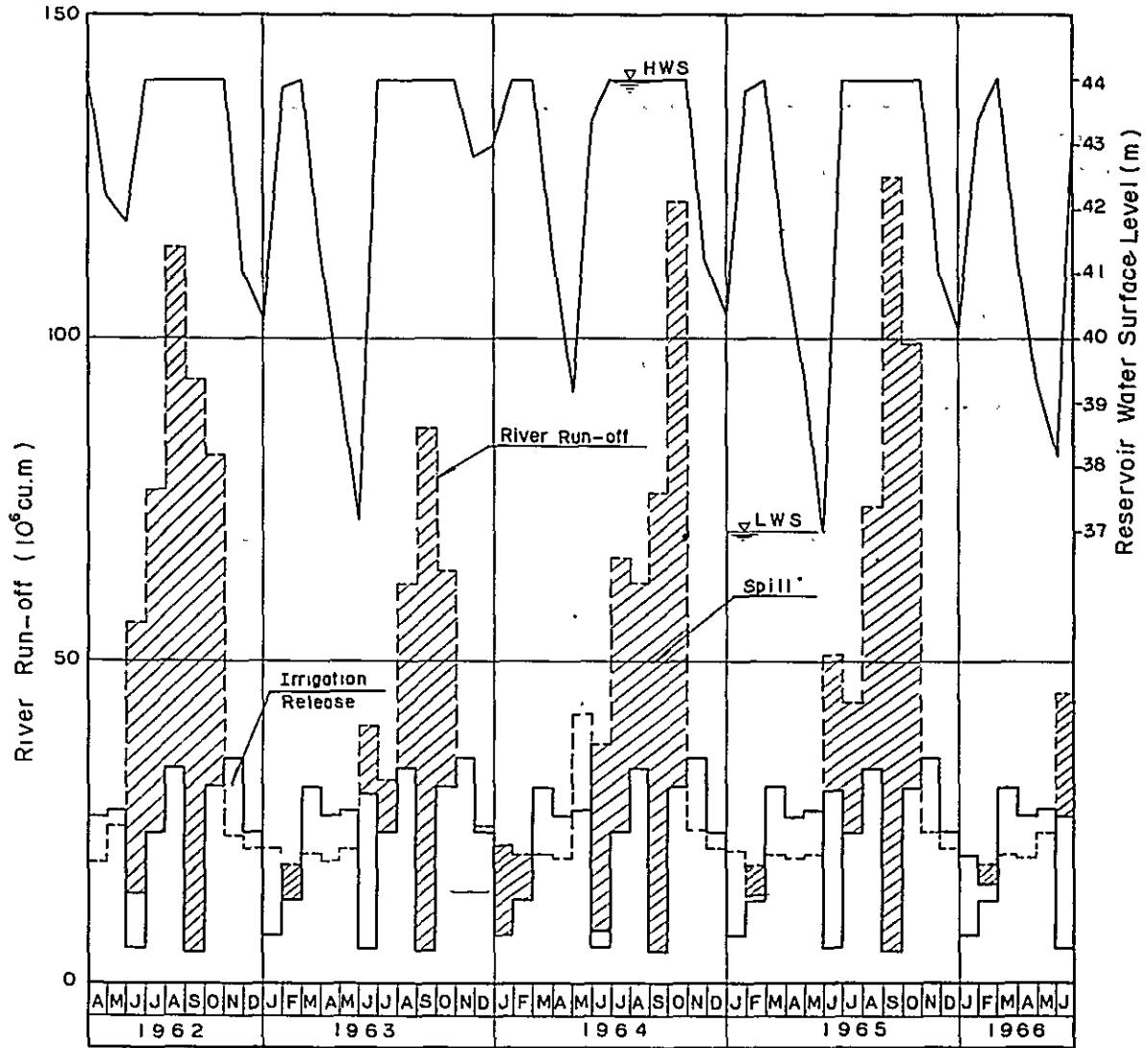
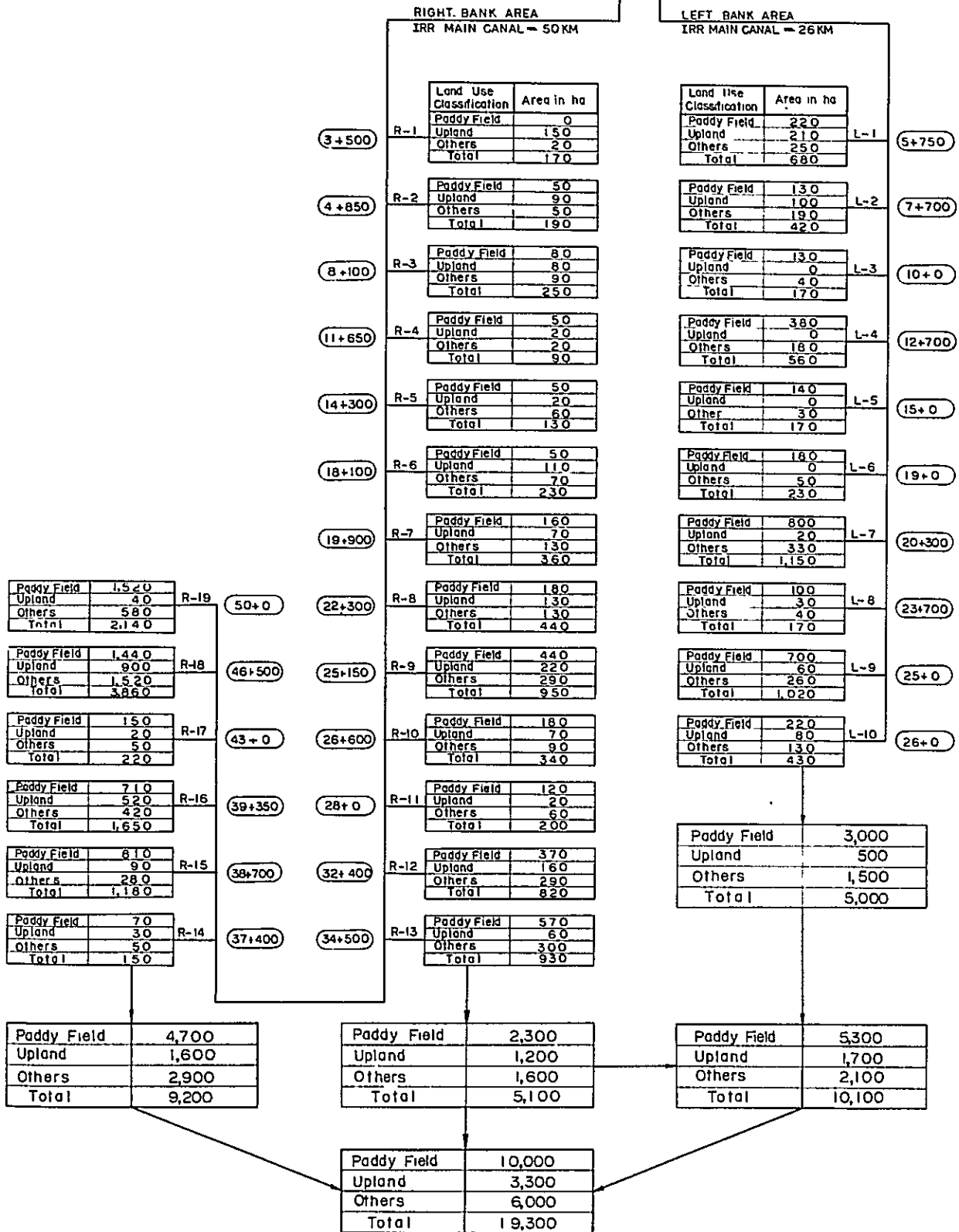


FIG. 6-14 IRRIGATION SYSTEM

NAM SAI YAI
No 4
RESERVOIR



- ii) 代掻用水は 200 mm とする。
- iii) 本田栽培中の蒸発散量は Blaney - Criddle 法によることとし、一期作については作物係数 $k = 1.0$ 、二期作については $k = 1.2$ を採用する。*
- iv) 地下浸透量は土性からみて 3 mm/day とする。
- v) 田面有効雨量は過去の雨量記録中、最小値の $1965 \sim '66$ を採用し、有効率は雨量強度により異なるので附録 Table 6-18、19 の値が採用された。
- vi) 導水損失および操作 loss は水路構造が大部分素堀となることを配慮の上 25% とする。

以上の結果は附録 Table 6-18、および附録 Table 6-19 のとおりである。

注 *		かんがい期間	かんがい日数	蒸発散量	比率
Paddy Rice	試験値			890 mm	1.01
1st - Crop	計算値	6月25日~12月11日	151日	880 mm	1.0
Paddy Rice	試験値			690 mm	1.23
2nd - Crop	計算値	2月20日~6月8日	90日	560 mm	1.0

NOTE: i) 試験値は Sam Chook 試験農場に於ける実績値である。

ii) 計算値は Blaney - Criddle 公式による $K = 1.0$ の時の値である。

畑の単位用水量については次により求められた。

- i) 蒸発散量は Blaney - Criddle 法により作物係数 $k = 0.65$ として求められた。
- ii) 有効雨量は水田同様 $1965 \sim '66$ 年の雨量を採用し、有効率は、雨量強度と土壌の保水力から見て 50% とする。
- iii) かんがい効率は畦間、或は水盤法によるものとして 70% とする。
- iv) 導水中および操作による loss は水田同様 25% とする。

以上の結果は、附録 Table 6-20 のとおりである。

(3) 貯水池の所要水量

6.4.3(1)で述べられたかんがい面積と、6.4.3(2)で求められた単位粗用水量により、貯水池での所要水量が積算された。その結果は Table 6-5 のとおりである。

次に 6.2.2 で決定された 64 貯水池 (有効貯水容量 $24 \times 10^6 \text{ m}^3$) につき湧水が続く 1962 年 4 月より 1966 年 6 月までの利用状況が検討された。

その結果は Fig. 6-13 に示すとおりで、貯水池水位が最も低くなるのは、 1965 年 5 月の $EL 37.0 \text{ m}$ である。

(4) 導水および分水計画

かんがい面積13,300 ha に対するかんがい所要水量は、164貯水池地点において Table 6-5のとおりであるが、この水は164貯水池の左右両岸より取水される。即ち Hanuman 川左岸部の耕地3,500 ha については、ダム左岸より取水される。導水路の規模は最大容量4.5 m³/s 延長26 Kmが必要となる。

又右岸部耕地9,800 ha については、ダム右岸より取水される。導水路の規模は最大容量11.6 m³/s 延長50 Kmが必要となる。

なお地形(1/10,000地形図使用)と耕地の分布状況から分水計画は、Fig. 6-14の様に決定された。

6.5 開発の順序

Sai yai 川水系においては、既に述べられたとおり、発電部門では161~164の発電所の開発が可能である。

併し電力需要の面から見ると、全ての発電所を同時に運転開始される必要はない。

開発の順序としては、経済性の高い地点から開発されることが望ましく、次により検討がなされた。

161および162貯水池を発電専用として、各発電所毎の超過便益の割合で貯水池工事費を振り分け、各発電所毎の超過便益および便益・費用比率が積算された。(但し便益は何れの発電所も full 便益が得られる時点のもの)

その結果は附録 Table 6-21のとおり162および163発電所が最も経済的であることがあきらかにされた。

又161貯水池が施工されない場合についても上記同様の検討がなされた。

その結果は附録 Table 6-22のとおりで、162および163発電所が最も経済的であることがあきらかにされた。

以上の結果工事施工に要する期間も考慮の上、開発の順序は次のとおりと決定された。

順序	発電所名	運転開始年
1	162	1974
2	163	1975
3	164	1978
4	161	1982

農業開発については食糧需要が旺盛なことから可及的速やかに実施されることが好ましい。

6.8で検討される経済評価においては、調査設計および施工に要する年月を、今後7カ年とし、1976年よりかんがいされるものとされた。

6.6 主要構造物の概要

Sai Yai 川水系の開発に必要とする主要構造物の概要は Table 6-6 のとおりである。

TABLE 6-6 DESCRIPTION OF STRUCTURES

(1) ダム		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
ダム					
形式		フィルダム	フィルダム	フィルダム	フィルダム
堤高 (m)		59	40	28	39(Sai Yai川) 45(Sai Noi川)
堤長 (m)		395	1,346	540	300 600
堤体積 (10 ³ m ³)		840	1,700	400	500 700
導水路					
形式		馬蹄形	馬蹄形	馬蹄形	馬蹄形
延長 (m)		1,800	1,668	535	1,400
内径 (m)		2.30	3.10	3.10	2.40
(2) 発電所		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
形式		室内式	室内式	室内式	室内式
有効落差 (m)		86.7	70.0	33.33	119.4
最大使用水量 (m ³ /s)		10.0	20.0	20.0	21.0
常時使用水量 (m ³ /s)		3.1	7.3	7.3	7.4
(3) 送電線	13.4 Km × 11.5 kV				
(4) かんがい	合計	左岸地区		右岸地区	
かんがい面積 (ha)	13,300	3,500		9,800	
乾線用水路 (Km)	7.6	2.6		5.0	
最大流量 (m ³ /s)		4.5		11.6	

6.7 概算工事費

Sai Yai 川水系の開発に必要とする工事費は総計 48,067,000 \$ と見積られた。

(Table 6-7 参照)

TABLE 6-7 CONSTRUCTION COSTS

工種	\$	10 ³ ¥
№ 1	3,912,900	(80,800)
№ 2	4,745,900	(98,000)
№ 3	978,200	(20,200)
№ 4	4,919,000	(101,600)
小計	14,556,000	(300,600)

発電所	\$	10 ³ B
16 1	2,803,900	(57,900)
16 2	6,702,300	(138,400)
16 3	8,058,300	(166,400)
16 4	8,450,500	(174,500)
小計	26,015,000	(537,200)
送変電(通信を含む)	3,874,000	(80,000)
かんがい		
幹線水路	1,600,000	(33,000)
支線水路その他	2,022,000	(41,800)
小計	3,622,000	(74,800)
合計	48,067,000	(992,600)

6.8 経済評価

6.8.1 年費用

年費用の計算は16 2 発電所が運転開始される1974年より50年間につき行なわれた。

又、償還金は年利率6%とし均等償還されるものとされた。ダム発電部門については、上記の他、維持・管理費および取替費として、工事費の1%が見込まれた。その結果年間経費は2307,300\$(47,700×10³B)と見積られ、送変電については、維持・管理費及び取替費として工事費の3.3%が見込まれ、年間経費は373,800\$(7,700×10³B)と見積られた。

農業部門については維持管理費及び取替費として工事費の3%が見込まれた。その結果、年間経費は752,500\$(15,500×10³B)と見積られた。

以上からダム発電および農業の年経費は、3,433,600\$(70,900×10³B)と見積られた。

6.8.2 年便益

便益の計算も経費同様1974年より50年間について行われた。発電便益単価については、Bangkok における基準火力(ユニット出力200MWの重油専焼火力発電所)を想定しそのkW、kWh当りの経費をもって、この計画の便益と見なされた。

即ち、kW当り1.45\$(300B)、kWh当り5.4^{mill}(11.2 Satang)と積算された。

16 1～16 4 発電所の出力および発生電力は需要に応じ逐次消化されるものとして運開後50年間の各年の出力および発生電力に上記便益単価を乗じ年利率6%で1974年より50年間にわたり平準化された結果、年便益は2,798,400\$(57,800×10³B)と積算された。

農業については計画面積13,300ha について計画が行われた場合(水稻1期10,000ha、2期5,000ha 果樹2,000ha 一般畑1,300ha)の純収益と、計画が行われない場合(水稻1期10,000ha、果樹700ha、一般畑1,300ha、草地1,300

ha) の純収益の差額を年利率6%で50年間にわたり平準化された額1,315,900\$
(27,200×10³円)をもって便益とされた。

なお洪水調節による減産防止額は年間平均5,850\$と積算されたが{6.4.2(3)}、これは上記かんがいの便益中に含まれるものである。

以上から発電および農業の便益の合計は、年間4,114,300\$(85,000×10³円)と積算された。

6.8.3 超過便益および便益費用比率

費用および便益の積算結果から超過便益(B-C)は総合で年間680,700\$(14,100×10³円)と見積られ便益費用比率(B/C)は1.20と積算された。

今A1およびA2貯水池を発電専用の施設として取扱うならば超過便益の内訳は発電で年間117,300\$(2,400×10³円)農業で年間563,400\$(11,600×10³円)と見積られ、便益費用比率は発電で1.04農業で1.75と積算された。

次にA1およびA2貯水池の費用を身替り妥当支出法により発電と農業に振り分けた場合、超過便益の内訳は発電で年間366,000\$(7,600×10³円)農業で年間314,700\$(6,500×10³円)と見積られ、便益費用の比率は発電で1.15、農業で1.31と積算される。尚内部収益率法により検討した結果では、内部収益率は7.9%と積算された。

又、果樹を新たに導入する場合初期投資が大きく高度の栽培技術を要するので、新規導入果樹分を一畑畑と見なすならば農業の便益は894,100\$(18,500×10³円)と見積られ、総合の超過便益は252,900\$(5,200×10³円) 便益費用比率は1.07又内部収益率は6.7%と積算される。

第 7 章 Prachantakham 川水系の開発

7.1	計画の概要	95
7.2	貯水池計画	95
7.3	発電計画	96
7.4	農業開発計画	102
7.5	主要構造物の概要と概算工事費	102
7.6	経済評価	103

☒

- Fig. 7 - 1 Monthly Mean River Run-off and Power Discharge at Prachantakham No. 3 Dam
- Fig. 7 - 2 Monthly Mean River Run-off and Power Discharge at Prachantakham No. 1 Dam
- Fig. 7 - 3 Monthly Mean River Run-off and Power Discharge at Prachantakham No. 2 Regulating Pong
- Fig. 7 - 4 Relation Between Dam Volume and Gross Storage Capacity (Prachantakham)

表

- Table 7 - 1 Irrigation Water Requirements and Available Water at No. 3 Power Station
- Table 7 - 2 Approximate Construction Costs
- Table 7 - 3 Annual Cost and Benefit

7.1 計画の概要

この水系の開発は Sai Noi 川の水力エネルギーの有効化と、Prachantakham川下流耕地への用水補給を主目的として立案されたもので、概要は次のとおりである。

Prachantakham 川の上流 Phok Nam 川が Noi 川と合流する地点（流域面積 26.5 km^2 ）に H.W.L. 365 m 、有効貯水量 $36.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ の $\#1$ 貯水池が、それより下流 3 km の地点（流域面積 20.3 km^2 ）に H.W.L. 277 m 、有効貯水量 $7.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ の $\#2$ 貯水池が築造される。

$\#1$ 貯水池にはその西隣りの Chang Khlan 川（流域面積 16 km^2 ）から容量 $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 、延長 0.5 km のトンネルにより年間平均約 $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水が、又北隣りの Kan Krao Ngam 川（流域面積 19.4 km^2 ）からは容量 $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 延長 1.6 km のトンネルにより年平均 $18.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水が夫々補給される。

$\#1$ 貯水池下流に $\#2$ 貯水池との間の落差約 80 m を利用して最大出力 $3,000 \text{ kW}$ の $\#1$ 発電所が建設される。

又 $\#2$ 貯水池の下流には、 $\#2$ 発電所が建設されるが、この発電所が使用する水は、前述 Sai Noi 川（流域面積 6.7 km^2 ）からの水と、 $\#2$ 貯水池からの水が併用される。

Sai Noi 川からは容量 $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 延長 3.1 km のトンネルで年平均約 $5.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水が導水される。又この水は $\#2$ 発電所が off Peak 時には、 $\#2$ 貯水池へ貯水される。

$\#2$ 発電所は下流調整池までの落差 226 m が利用出来、最大出力は $13,800 \text{ kW}$ となる。この調整池は Ban Tha Ta Takhro 上流 4 km の地点（流域面積 2.3 km^2 ）に設けられ、その容量は $152 \times 10^6 \text{ m}^3$ とされる。（Fig. 7-1 参照）

この水は容量 $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 、延長 4 km の水路により Prachantakham 川左岸に導水され Ban Tha Ta Takhro 地点において落差約 20 m を利用し設備出力 470 kW の $\#3$ 発電所が設けられる。

更に発電所放流水は、下流耕地 $3,000 \text{ ha}$ の水田に用水補給される。

（計画概要図参照）

7.2 貯水池計画

各貯水池および各取水地点の流量は 4.2 で推定された比流量に各流域の面積を乗じて求められた。Chang Khlan 川および Kan Krao Ngam 川から $\#1$ 貯水池へ導入される水量は、導水トンネルの容量が両者共 $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$ （最小施工断面）とされた場合、各河川の流量の 100% を取水することが可能となる。

これに自己流域(26.5Km²)の流入量を加えると、 $\#1$ 貯水池への流入量は Fig. 7-2のとおりである。

又、Sai Noi 川(流域面積67m²)からの取水量は導水路の容量を7.8m³/s(最小施工断面)とした場合河川流量の約90%が取水可能となり、この水と $\#2$ 貯水池の流入量($\#1$ 貯水池流入量を含む)を併せ使用するとすれば Fig. 7-3のようになる。

若し連続渇水3年(1962~1965年)にわたり、この水を完全に使用しようとするならば、 $\#1$ および $\#2$ 貯水池を合し、約 85.6×10^6 m³の容量が必要となる。

併し貯水池築造地点の地形から見て(附録 Fig. 7-1 参照)これだけの容量をもつ貯水池を設けることは経済的に、問題があり、又 $\#2$ 貯水池の貯水効果が $\#1$ 貯水池に比し良くないことから(Fig. 7-4 参照)

$\#1$ および $\#2$ 貯水池の規模は、

$\#1$ 貯水池	H. W. L 365 m	有効貯水量	36.5×10^6 m ³
$\#2$ 貯水池	H. W. L 277 m	有効貯水量	7.2×10^6 m ³

と決定された。

なお $\#1$ 貯水池は渇水年(1962年~1963年)流入量を平均化するに必要とする容量(19.8×10^6 m³)以上の容量を具備し、 $\#1$ 発電所は、乾期の電力補給を目的として運転される。

$\#2$ 発電所下流に設けられる調整池には、発電放流水の他、自己流域23Km²からの流入水が加わる。(Fig. 7-1 参照)

この池はH. W. L. 45 mとし、容量は発電放流水を日調整するため 152×10^6 m³と決定された。

7.3 発電計画

前節で決定された貯水池の規模に対応する $\#1$ $\#2$ および $\#3$ 発電所の規模は次の様になる。

発電所名	使用水量		有効落差 m	最大出力 kW
	常時 m ³ /s	最大 m ³ /s		
$\#1$	1.7	5.2	7.4	3,000
$\#2$	2.6	7.9	20.8	13,800
$\#3$	2.6	8.0	22.4	470

これらの規模のもとで、発生する電力は年間平均で $\#1$ 発電所 9.9×10^3 MWh、 $\#2$ 発電所 65.6×10^3 MWh、 $\#3$ 発電所 7.2×10^3 MWh、合計 82.7×10^3 MWhである。

なおこれらの発電所で発生された電力はSai Yai 発電所系統に届けられる。これに要する送電線は115 kV 1回線延長16Kmである。

FIG. 7-3 MONTHLY MEAN RIVER RUN-OFF AND POWER DISCHARGE AT PRACHANTAKHAM NO.2 DAM

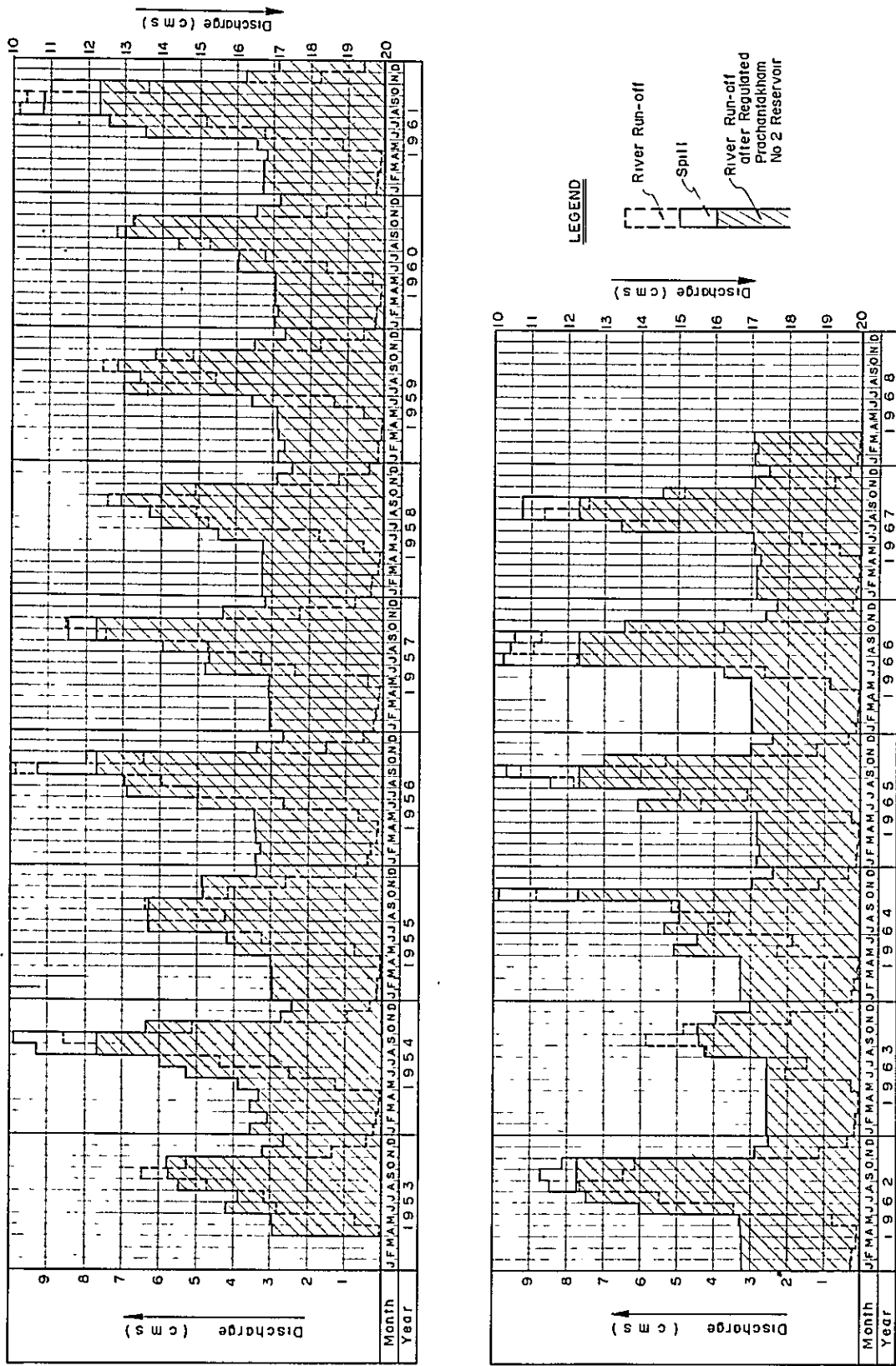


FIG. 7-4 RELATION BETWEEN DAM VOLUME AND GROSS STORAGE CAPACITY (PRACHANTAKHAM)

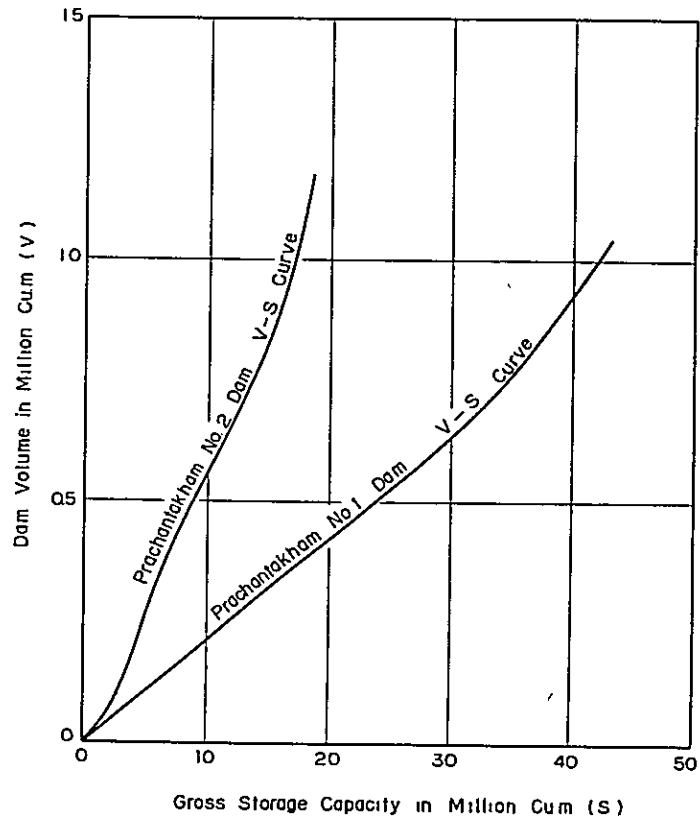


TABLE 7-1 IRRIGATION WATER REQUIREMENTS AND AVAILABLE WATER AT No.3 POWER STATION

Item	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Average	Remark
Water Requirements														
One-Crop 3,000 ha			0.177	2.088	3.393	0.531	2.964	3.393	1.896				2.094	
Two-Crop 1,500 ha	2.244	2.130	0.180						0.096	1.110	2.642	1.407		
Total (1)	2.244	2.130	0.357	2.088	3.393	0.531	2.964	3.393	1.896	0.096	1.110	2.642	1.913	
No.3 P.S. Discharge (1962-1963) (2)	3.252	3.545	6.969	8.000	8.000	8.000	8.000	3.193	2.588	2.622	2.608	2.589	4.954	(1)/(2) x 100 = 39%
Spill out	1.008	1.415	6.612	5.912	4.607	7.469	5.036	0	0.692	2.526	1.498	0		
No.3 P.S. Discharge (1963-1964) (3)	2.589	2.650	3.141	2.972	5.450	6.034	5.763	4.488	3.191	3.330	3.205	3.290	3.853	(1)/(3) x 100 = 50%
Spill out	0.345	0.520	2.784	0.884	2.057	5.503	2.799	1.095	1.295	3.234	2.095	0.648		
No.3 P.S. Discharge (1964-1965) (4)	3.278	5.732	4.960	6.531	6.000	6.425	8.000	3.281	2.484	2.875	2.867	2.859	4.623	(1)/(4) x 100 = 41%
Spill out	1.034	3.602	4.603	4.443	2.607	5.894	5.036	0	0.588	2.779	1.759	0.217		

7.4 農業開発計画

Prachantakham 川下流域には、ほとんど畑がない。従って水田のみがかんがいの対象とされた。

7.2 で検討された水源施設の最適規模のもとではかんがい面積は3,000 ha であって、かんがい地域としてはPrachantakham 川左岸のEL 18 m以下の現在用水が不足するカ所が選定された。(計画概要図参照)

水田にはSai Yai 計画と同様将来水田面積の50%まで2期作が導入されるものとした。163 発電所地点に於ける濁水3カ年(1962~1965年)のかんがい利用可能水量及びかんがい所要水量はTable 7-1のとおりである。

この様なかんがいが実施されるならば、水田は現在のよるな常習干魃から救われ、多肥増産型の品種も導入出来、更には2期作も行なわれ、3,000 ha の水田からは年間約7,000 tonの米が増産可能となろう。

このためには163 発電所放流地点より耕地に至る延長20 Km(容量1.0~4.0 m³/s)の導水路の他、末端耕地にいたる水路網の建設が必要となる。

尚7.2 で述べられた貯水池規模のもとで、かんがいを主目的とした水操作を行なった場合には、かんがい可能面積は水稻 1期作4,000 ha 2期作2,000 ha となる。

7.5 主要構造物の概要と概算工事費

この計画により建設される構造物の概要および必要とする工事費の概算はTable 7-2のとおりである。

TABLE 7-2 APPROXIMATE CONSTRUCTION COSTS

工 種	概 要	工 事 費 \$	10 ³ 円
16 1 ダム	フィルタイプ 堤 高 5.25 m 盛土量 1.262×10 ³ m ³	3,486,800	72,000
16 2 ダム	フィルタイプ 堤 高 3.80 m 盛土量 710×10 ³ m ³	2,125,900	43,900
導水路 (Sai Noi 川から)	延 長 3.1 Km 容 量 7.8 m ³ /s	532,700	11,000
16 1 発電所	最大出力 3,000 kW	1,307,500	27,000
16 2 発電所	最大出力 13,800 kW	4,239,000	87,500
16 3 発電所	最大出力 470 kW	930,900	19,300
送変電工事	直 長 1.6 Km	193,700	4,000
かんがい	幹線水路 20 Km かんがい面積 3,000 ha	900,000	18,500
計		13,716,500	283,200

7.6 経 済 評 価

この計画の経済評価は内部収益率により表現された。即ち、経済life 50年の年費用および年便益が同額になる場合の年利率は約4.8%と見積られた(Table 7-3 参照)。

TABLE 7-3 ANNUAL COST AND BENEFIT

項 目	金	額
〔年 費 用〕	(\$)	(1 0 〆 〆)
ダム及び導水路	387,800	(8,000)
発電所及び送変電	425,500	(8,800)
かんがい	74,800	(1,500)
計	888,100	(18,300)
〔年 便 益〕		
発 電	676,300	(13,900)
かんがい	211,800	(4,400)
計	888,100	(18,300)

尚、かんがいを主目的とした水操作を行った場合でも内部収益率は上記の場合とほぼ等しくなる。

附 錄

I 水文解析

1. 測水所および気象観測所	106
2. 計画地点の流域面積	106
3. 資料の信頼性の検討	106
4. 流出量	107
4.1 流出量の推定方法	107
4.2 計画ダム地点の流出量	111

1. 測水所および気象観測所

計画地域内には3カ所の流量測水所がある。その内2カ所はSai Yai 川に、(Wong Heo 及び Kao Keep Samut 測水所)他の1カ所はSai Yai 川と Sai noi 川の合流点より下流の Hanuman 川に設置されている。(Ban Sapanhin 測水所)各測水所に於ける水位の読みは、量水標を1~5回/日ずつ測定している。

Sai Yai 川水系のWang Heo 測水所はSai Yai 川のWang Heo 地点にあり流域面積は295Km²で、計画No2ダム地点と同地点に位置している。流量観測は1965年1月1日以降流速計で1日おきに測定している。又Kao Keep Samut 測水所の流域面積は420Km²で、1964年3月から12月までWang Heo 測水所の下流16Kmに設置していたが、1965年1月以降はWang Heo 測水所に統合された。Wang Heo 測水所と Kao Keep Samut 測水所間の流域面積の差は少ないのでKao Keep Samut 測水所はWang Heo 測水所によつて継続された。Hanuman 川にあるBan Sapanhin 測水所の流域面積は636Km²でSai Yai 川と Sai Noi 川の合流点下流約1Kmに位置している。流量観測は1963年7月以降流速計でWang Heoと同様一日おきに測定されている。

Prachantakham川の水系開発においてはBan Takhro地点に、近い将来1つの測水所が設置される必要がある。計画区域内の雨量観測は長期間の日記録があり、多数の資料が利用できる。2カ所の新しい雨量観測所はR-2およびBan Tan Sumと名付けられ、附録Fig 4-1に示された位置に、近い将来設立される。これらの位置流域面積、測水所の既往資料、流域内の雨量観測所は附録Fig 4-1に示されている。

2. 計画地点の流域面積

計画ダム地点の流域面積はタイ国のRoyal Thai Survey Department発行の縮尺1/50,000の地形図を基にして求めた。2つのダム計画地点の流域面積は次の通りである。

ダム計画地点		流 域 面 積		
ダム計画地点	単 位	合計流域面積	自己流域面積	
Nam Sai Yai ^{※1} No 2	Km ²	295	295	
Nam Sai Yai ^{※2} No 3	Km ²	298	3	

※1 Sai Yai 川の本流

※2 Sai Yai 川の支流

3. 資料の信頼性の検討

資料の信頼度はWang HeoおよびBan Sapanhinの流出量データを同時に比較検討した。1964年1月から1967年12月にわたる2カ所の測水所の日流量曲線は附録Fig 4-

2に示されている。

2つの流量曲線は1～2日を除いては類似しておりその量および時間のずれの関連がまったく無理がないことを示している。

Wang Heo の1965, 1966, 1967年およびKao Keep Samut の1964の流量を基として、その流量曲線図を附録Fig 4-3に示した。

1964年から1967年にわたるBan Sapanhin の流量を基として、その流量曲線図を附録Fig 4-4に示した。

Wang Heo, Kao Keep Samut およびBan Sapanhin 測水所の流量曲線は流速計をもちいて多くの実測資料を基に作られ、また洪水による河床の変化に従い、毎年改ためられており、その上図上へのプロット点は、相関線に集中しており、その流量曲線は信頼できるものであると考えられる。

Ban Sapanhin およびWang Heo の1964年1月から1967年12月にわたる間の月平均比流量の相関関係は附録Fig 4-5(3)に示した。

この2つの流水所の月平均流出量の間には、よい相関関係があることを、この相関は証明している。そして、2カ所の測水所の流出量は信頼出来る事が立証された。

1911年から1961年にわたるBangkok の年雨量、1953年から1967年にわたるKabinburi の月別雨量およびPrachinburi の月別雨量を基としたWang Heoの年雨量の変動を附録Fig 4-4(1)に示した。

Wang Heo の流出量計算が可能である期間即ち1953年から1967年にわたるWang Heo の平均年雨量は2,150 mmであり、1911年から1967年までの2,240 mmと事実上変りない値が得られた。

その結果、発生電力量は1953年から1967年にわたる流出量をもとに算定された。

また、1953年から1967年の間には貯水容量の検討に必要な連続渇水年が含まれていることが立証された。

上述の検討結果からWang Heo と Ban Sapanhin 測水所の流量資料が信頼でき、又1953年から1967年までの記録は水力発電開発にあたって満足できるものと推定することが出来る。

4. 流 出 量

4-1 流出量の推定方法

雨量資料から月別流出量を推定する方程式は、1964年9月Royal Irrigation Department, Survey Division, Hydrology Section の Boonchob Kanchanalak 氏によって書かれた論文, "prediction of seasonal runoff from rainfall" を26

に導き出された。

この論文では、相関関係を下記の考え方で導き出され各月の流出量に影響する有効雨量は次の回帰方程式で表される。

$$P_e = a P_1 + b P_2 + c P_3 + d P_4 + \dots + r P_n \quad (\text{公式1})$$

ここに: P_e = 有効雨量

$P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_n$ = 各期間の先行雨量

a, b, c, d, \dots, r = 有効加重

便宜上、この検討に用いた各期間の雨量は、月の前半又は後半の15日間を用いた。

有効加重の決定には、相関図により、チェックする trial and errorの方法が採用された。季節月別流出量は P_e と流出係数 (trial and errorの方法と相関曲線から求められた) の積である。雨量と流出量の相関関係は1964年から1967年までの Wang Heo と Ban Sapanhin の雨量および流出量資料を基にして導き出した。

前述の方法を用い式を導くと下記の通りになる。

(Wang Heo)

$$\text{May} : Q_{\text{May}} = 0.10 (0.5 P_{a16-30} + 1.0 P_{m1-15} + 0.5 P_{m16-31})$$

$$\text{June} : Q_{\text{June}-1} = 0.20 (0.5 P_{m15-31} + 0.95 \cdot P_{j1-15} + 0.4 P_{j16-30})$$

$$(P_e \leq 400 \text{mm})$$

$$: Q_{\text{June}-2} = 0.25 (0.5 P_{m16-31} + 0.95 P_{j1-15} + 0.4 P_{j16-30})$$

$$(P_e > 400 \text{mm})$$

$$\text{July} : Q_{\text{July}} = 0.40 (0.05 P_{j1-15} + 0.6 P_{j16-30} + 0.9 P_{1-15} + 0.4 P_{16-31})$$

$$\text{Aug} : Q_{\text{Aug}-1} = 0.40 (0.1 P_{l1-15} + 0.6 P_{l16-31} + 0.9 P_{g1-15} + 0.4 P_{g16-31})$$

$$(P_e \leq 400 \text{mm})$$

$$: Q_{\text{Aug}-2} = 0.60 (0.1 P_{l1-15} + 0.6 P_{l16-31} + 0.9 P_{g1-15} + 0.4 P_{g16-31})$$

$$(P_e > 400 \text{mm})$$

$$\text{Sept} : Q_{\text{Sept}-1} = 0.45 (0.1 P_{g1-15} + 0.6 P_{g16-31} + 0.75 P_{s1-15} + 0.20 P_{s16-30})$$

$$(P_e \leq 400 \text{mm})$$

$$Q_{\text{Sept}-2} = 0.50 (0.25 P_{s1-15} + 0.6 P_{g16-31} + 0.75 P_{s1-15} + 0.20 P_{s16-30})$$

$$(P_e > 400 \text{mm})$$

$$\text{Oct} : Q_{\text{Oct}} = 0.50 (0.25 P_{s1-15} + 0.8 P_{s16-30} + 0.8 P_{o1-15} + 0.3 P_{o16-31})$$

$$\text{Nov} : Q_{\text{Nov}} = 0.45 (0.20 P_{o1-15} + 0.7 P_{o16-31} + 1.0 P_{n1-30})$$

ここに: $Q_{\text{May}-\text{Nov}}$ = 5月~11月の Wang Heo の月別流出量 (mm)

() 外の数字 0.10, 0.20, ..., 0.45 = 流出率

(公式2)

Pa 16-30 = 4月16日~30日までの Wang Heo の雨量 (mm)
 Pm 1-15 = 5月 1日~15日 " " (")
 Pm 16-31 = 5月16日~31日 " " (")
 Pj 1-15 = 6月 1日~15日 " " (")
 Pj 16-30 = 6月15日~30日 " " (")
 Pl 1-15 = 7月 1日~15日 " " (")
 Pl 16-31 = 7月16日~31日 " " (")
 Pg 1-15 = 8月 1日~15日 " " (")
 Pg 16-31 = 8月16日~31日 " " (")
 Ps 1-15 = 9月 1日~15日 " " (")
 Ps 16-30 = 9月16日~30日 " " (")
 Po 1-15 = 10月 1日~15日 " " (")
 Po 16-31 = 10月16日~31日 " " (")
 Pn 1-30 = 11月 1日~30日 " " (")

(Pe) 値 = Wang Heo の有効雨量 (mm)

Pe の前面の数值 0.5, 1.0, 0.05..... 0.3 = 有効加重

(Ban Sapanhin)

May : $Q_{May} = 0.10(0.5Pa_{16-30} + 1.0Pm_{1-15} + 0.5Pm_{16-31})$
 June : $Q_{June} = 0.30(0.5Pm_{16-31} + 0.95Pj_{1-15} + 0.4Pj_{16-30})$
 July : $Q_{July} = 0.50(0.05Pj_{1-15} + 0.6Pj_{16-30} + 0.9Pl_{1-15} + 0.4Pl_{16-31})$
 Aug : $Q_{Aug-1} = 0.50(0.1Pl_{1-15} + 0.6Pl_{16-31} + 0.9Pg_{1-15} + 0.4Pg_{16-31})$
 ($Pe \leq 350mm$)
 : $Q_{Aug-2} = 0.70(0.1Pl_{1-15} + 0.6Pl_{16-31} + 0.9Pg_{1-15} + 0.4Pg_{16-31})$
 ($Pe > 350mm$)
 Sept : $Q_{Sept} = 0.75(0.1Pg_{1-15} + 0.6Pg_{16-31} + 0.75Ps_{1-15} + 0.20Ps_{16-30})$
 Oct : $Q_{Oct} = 0.55(0.25Ps_{1-15} + 0.8Ps_{16-30} + 0.8Po_{1-15} + 0.3Po_{16-31})$
 Nov : $Q_{Nov} = 0.40(0.2Po_{1-15} + 0.7Po_{16-31} + 1.0Pn_{1-30})$

(公式 3)

ここから : $Q_{May - Nov} = 5月から11月の Ban Sapanhin の月別流出量 (mm)$

() 外の数字 0.1, 0.3..... 0.4 = 流出率

Pa 16-30 = 4月16日~30日までの Wang Heo と Ban Sapanhin の平均雨量 (mm)
 Pm 1-15 = 5月 1日~15日 " " (mm)
 Pm 16-31 = 5月16日~31日 " " (mm)
 Ps 1-15 = 6月 1日~15日 " " (mm)
 Ps 16-30 = 6月16日~30日 " " (mm)

Pl 1-15	=	7月 1日~15日までのWang Heo と Ban Sapanhin の平均雨量 (mm)
Pl 16-31	=	7月16日~31日 " " (mm)
Pg 1-15	=	8月 1日~15日 " " (mm)
Pg 16-31	=	8月16日~31日 " " (mm)
Ps 1-15	=	9月 1日~15日 " " (mm)
Ps 16-30	=	9月16日~30日 " " (mm)
Po 1-15	=	10月 1日~15日 " " (mm)
Po 16-31	=	10月16日~31日 " " (mm)
Pn 1-30	=	11月 1日~30日 " " (mm)

(Pe) 値 = Wang Heo および Ban Sapanhin の有効雨量 (mm)

Pe の前面の数字 0.5, 1.0, 0.95.....0.3 = 有効加重

公式 2, 及び 3 の信頼性は附録 Fig 4-6 に示す相関図により確かめられた。附録 Fig 4-6 は実際の月別流出量と相関関係より求めた月別流出量との間に良好な相関関係を示すものである。

1964年以前のWang HeoおよびBan Sapanhin の有効雨量を求めるために有効月別雨量の2つの相関関係 (Wang Heo および Wang Heo と Ban Sapanhin の平均対 Kabinburi および Prachinburi の平均雨量) は附録 Fig 4-7 (1), (2) に示され、そして公式 (4), (5) は導き出された。

$$Y-1 = 0.89x + 98 \quad (x > 50 \text{ mm}) \quad (\text{公式 4})$$

$$Y-2 = 0.96x + 57 \quad (x > 50 \text{ mm}) \quad (\text{公式 5})$$

ここに: Y-1 = Wang Heo の有効月別雨量 (mm)

Y-2 = Wang Heo および Ban Sapanhin の平均有効月別雨量 (mm)

x = Kabinburi および Prachinburi の平均有効月別雨量 (mm)

乾期の流出量は附録 Fig 4-7 に示す回帰曲線及び公式 6, 7 によって推定された。

(Wang Heo)	(Ban Sapanhin)
Dec: QDec = 0.30 QNov	Q Dec = 0.34 QNov
Jan: QJan = 0.10 QNov	Q Jan = 0.16 QNov
Feb: QFeb = 0.08 QNov	Q Feb = 0.12 QNov
Mar: QMar = 0.06 QNov	Q Mar = 0.07 QNov
Apr: QApr = 0.06 QNov	Q Apr = 0.05 QNov

(公式 6)

(公式 7)

ここに: QDec = 12月の月別流出量

実際の月別流出量と前記の方法によって求めた相関との比較は、附録 Fig 4-9 に示すと

おりであり相関より求めた流出量はかなり高い信頼性を持っている事を示している。Wang Heo および Ban Sapanhin 測水所の平均月別流出量を前述の方法で算定しこれを附録 Table 1, 2 にかかげた。

4-2 ダム計画地点の流出量

ダム計画地点の1953年～1967年までの流出量は次の方法で算定された。

(1) Wang Heoの上流のダム地点およびWang Heo の流出量

$$Q_d = \frac{A_d}{A_w} \cdot Q_w \quad (\text{公式8})$$

ここに: Q_d = ダム計画地点の月別流出量

Q_w = Wang Heo の月別流出量 (附録 Table 4-1 参照)

A_d = ダム計画地点の流域面積

A_w = Wang Heo の流域面積: 295 Km² (附録 Table 4-1 参照)

(2) Wang Heo と Ban Sapanhin間におけるダム地点流出量

$$Q_d = \frac{A_d}{A_b - A_w} \cdot (Q_b - Q_w) \dots \dots \dots (\text{公式9})$$

Q_d = ダム計画地点の月別流出量

Q_b = Ban Sapanhin の月別流出量 (附録 Table 4-2 参照)

Q_w = Wang Heoの月別流出量 (附録 Table 4-1 参照)

A_d = ダム計画地点の流域面積

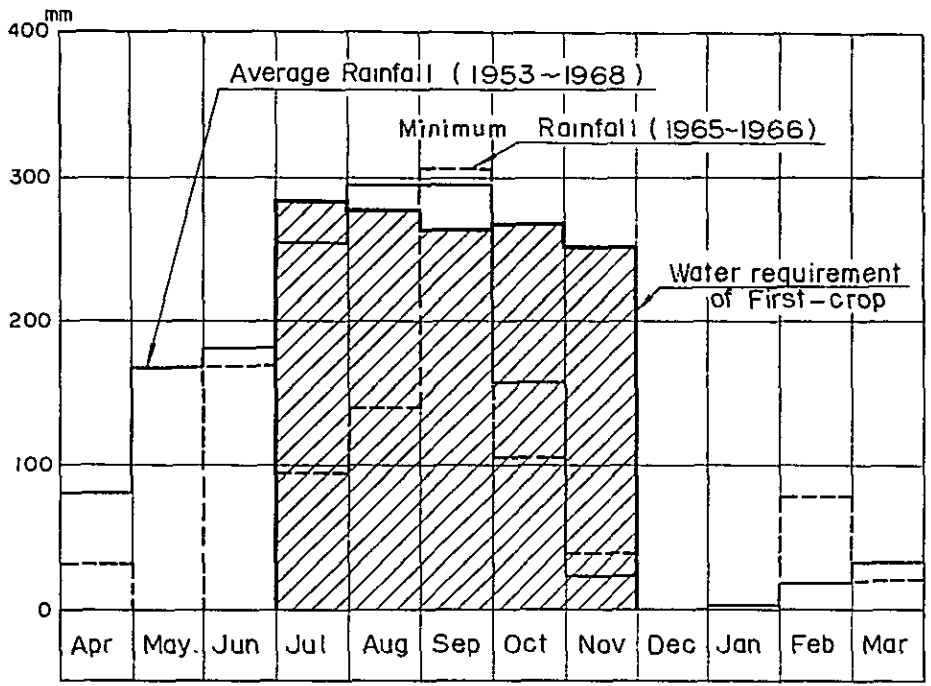
A_b = Ban Sapanhin の流域面積: 636 Km² (附録 Table 4-2 参照)

A_w = Wang Heo の流域面積: 295 Km²

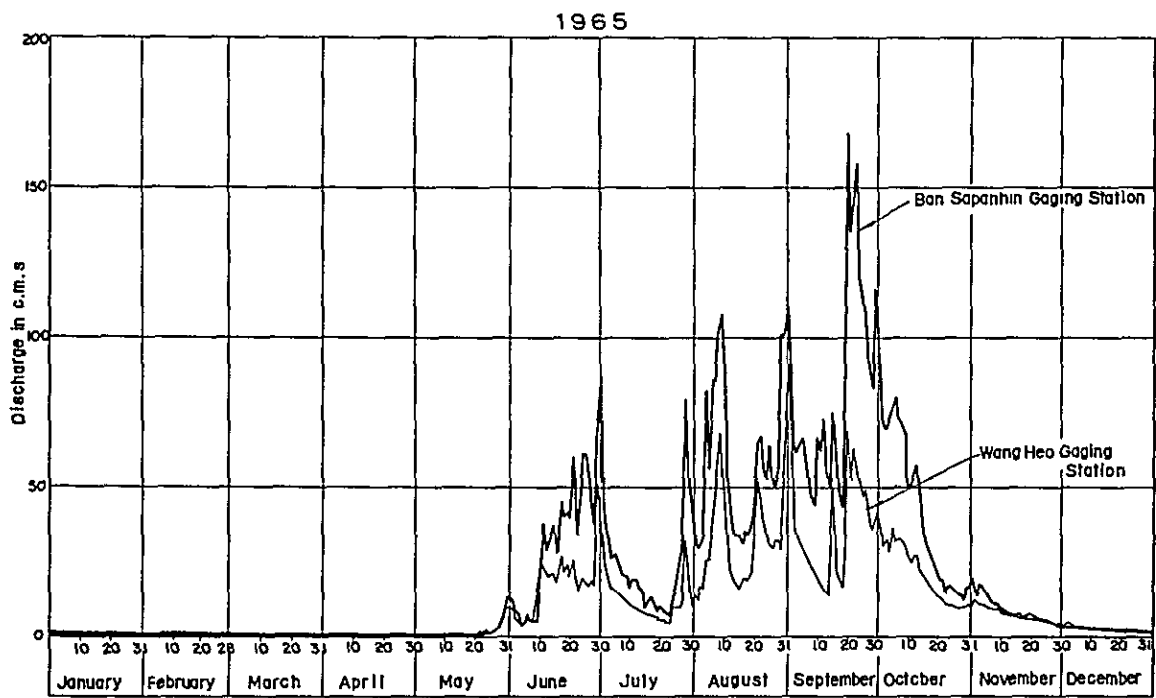
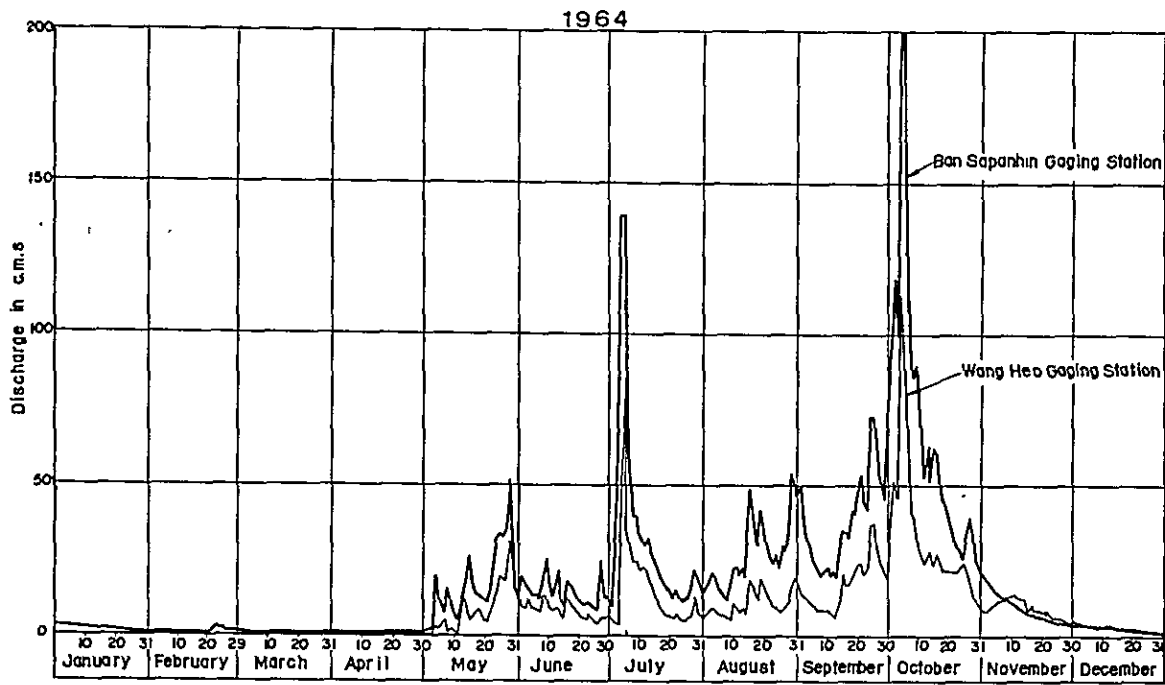


- Fig. 3 - 1 Rainfall and Water Requirement
- Fig. 4 - 1 Location Map of Rainfall and Run-off Gaging Stations
- Fig. 4 - 2 Hydrograph of Wang Heo and Ban Sapanhin
- Fig. 4 - 3 Rating Curves of Kao Keep Samut and Wang Heo in Sai Yai River
- Fig. 4 - 4 Rating Curves of Ban Spanhin of Hanuman River
- Fig. 4 - 5 Rainfall and Average Specific Run-off
- Fig. 4 - 6 Correlation Between Actual and Correlated Monthly Run-off
- Fig. 4 - 7 Correlation of Effective Monthly Rainfall
- Fig. 4 - 8 Regression Curves of Hydrograph
- Fig. 4 - 9 Comparison of Actual Monthly Run-off and Correlated Monthly Run-off
- Fig. 4 - 10 Flood Hydrograph of Wang Heo (No. 2 Dam)
- Fig. 4 - 11 Flood Hydrograph of Ban Sapanhin
- Fig. 4 - 12 Flood Hydrograph of Wang Heo (No. 2 Dam)
- Fig. 4 - 13 Flood Hydrograph of Ban Sapanhin
- Fig. 4 - 14 Isohyetal Map of Mean Annual Rainfall (1906-1960)
- Fig. 4 - 15 Map of Specific Run-off
- Fig. 6 - 1 Area Capacity Curves for No. 1 Reservoir
- Fig. 6 - 2 Area Capacity Curves for No. 2 Reservoir
- Fig. 6 - 3 Area Capacity Curves for A-No. 3 Regulating Pond (A - Line)
- Fig. 6 - 4 Area Capacity Curves for No. 4 Reservoir
- Fig. 6 - 5 Area Capacity Curves for No. 1 Reservoir (Alternative)
- Fig. 6 - 6 Area Capacity Curves for B-No.3 Regulating Pond (B - Line)
- Fig. 6 - 7 Area Capacity Curves for No. 4' Reservoir
- Fig. 6 - 8 Relation between Volume of Dam and Crest Elevation (No. 4 Dam)
- Fig. 6 - 9 Map of Paddy Field and Inundation Area
- Fig. 6 - 10 Soil Profile
- Fig. 7 - 1 Area Capacity Curves for Prachantakham No.1 Reservoir
- Fig. 7 - 2 Area Capacity Curves for Prachantakham No.2 Reservoir

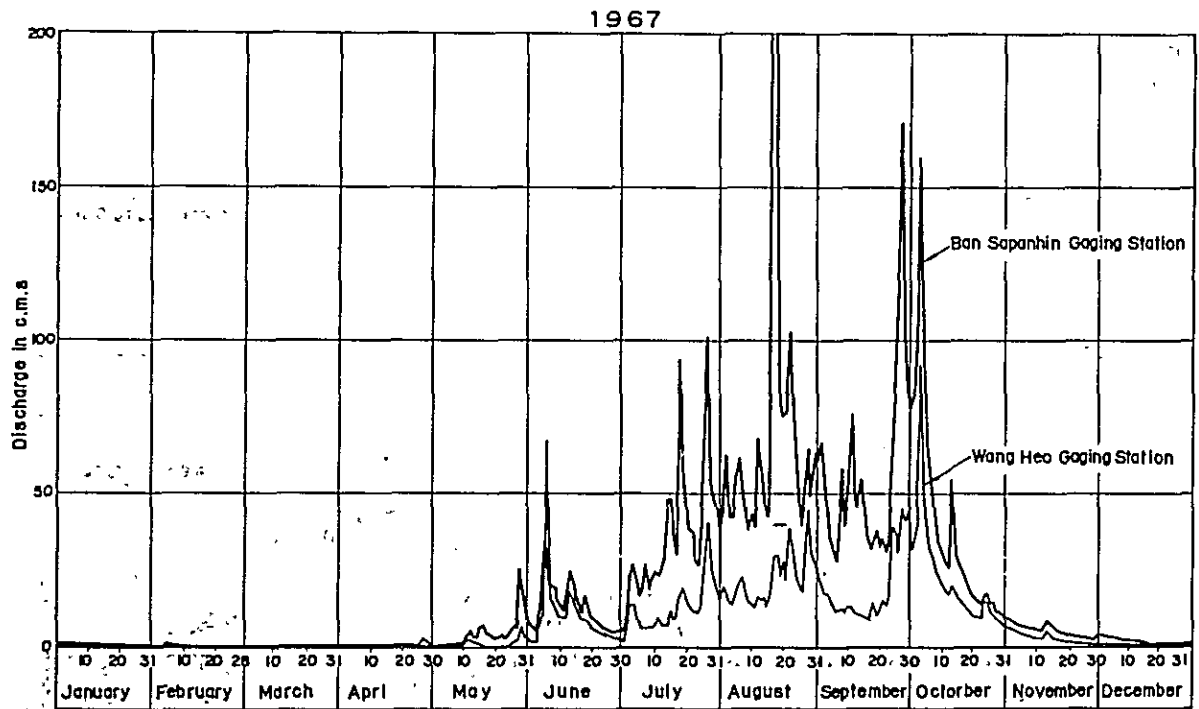
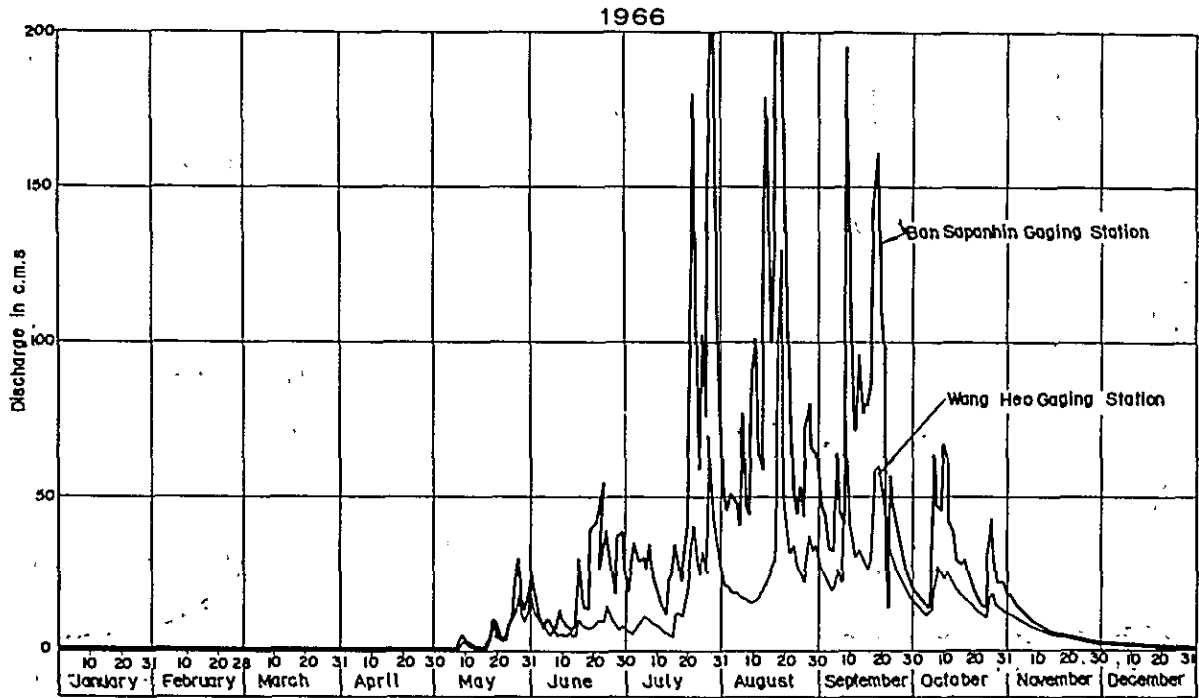
APPENDIX FIG. 3-1 RAINFALL AND WATER REQUIREMENT



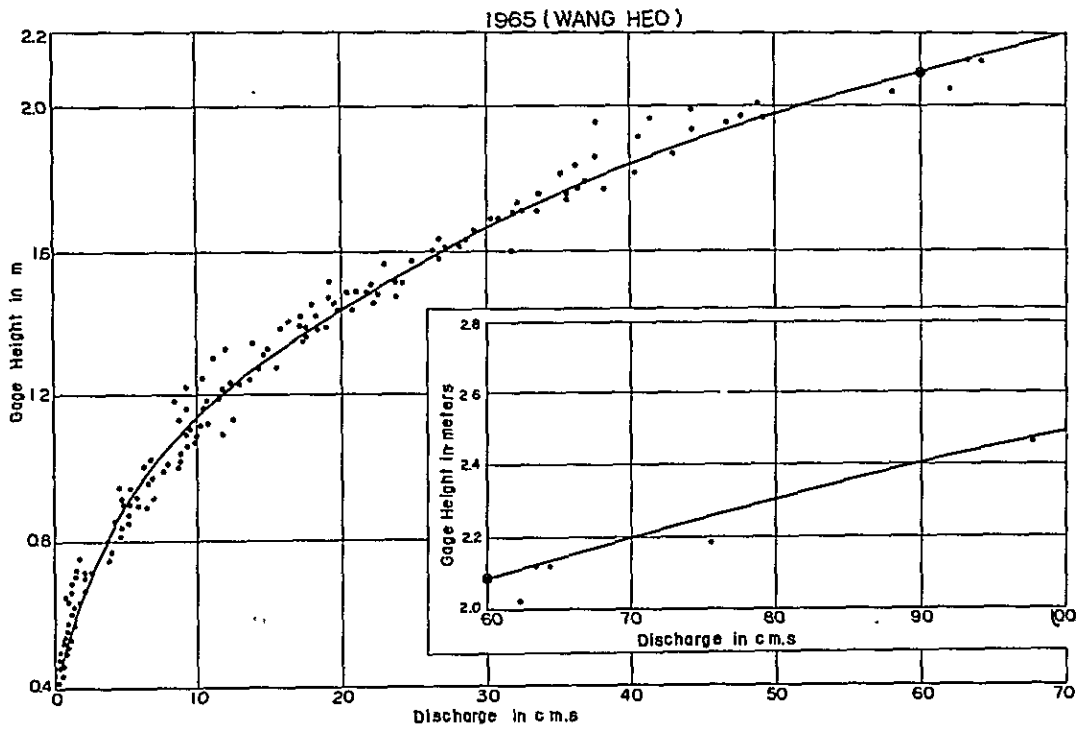
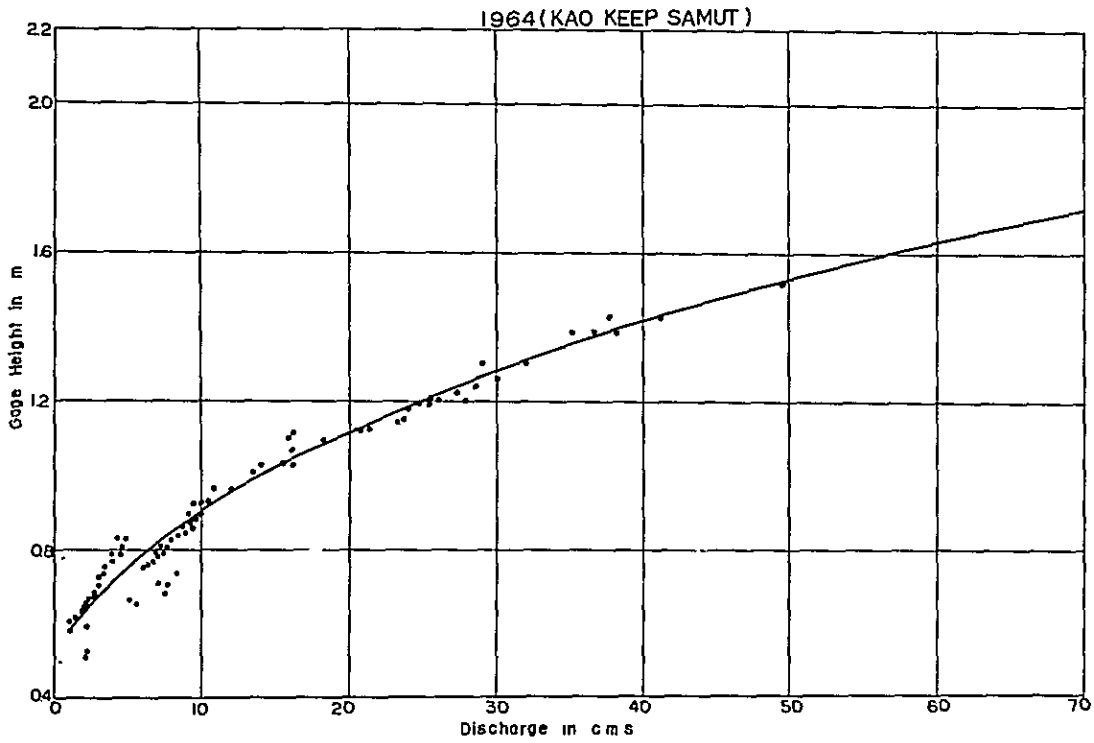
APPENDIX FIG. 4-2 (1) HYDROGRAPH OF WANG HEO AND BANG SAPANHIN



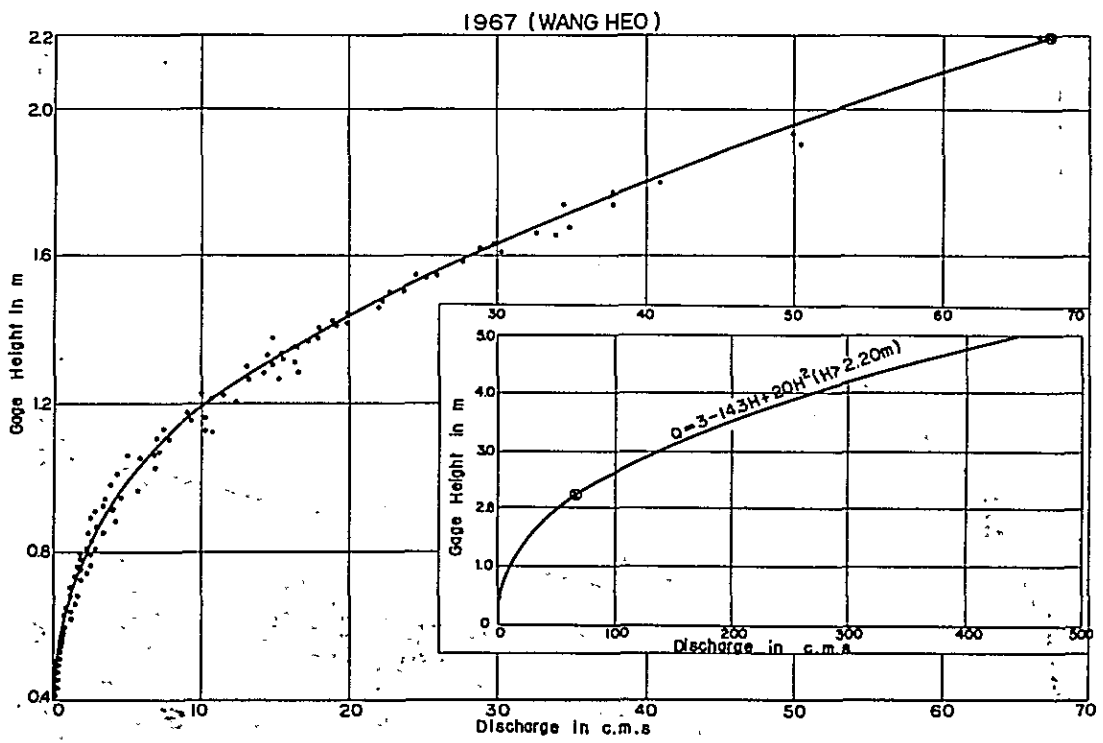
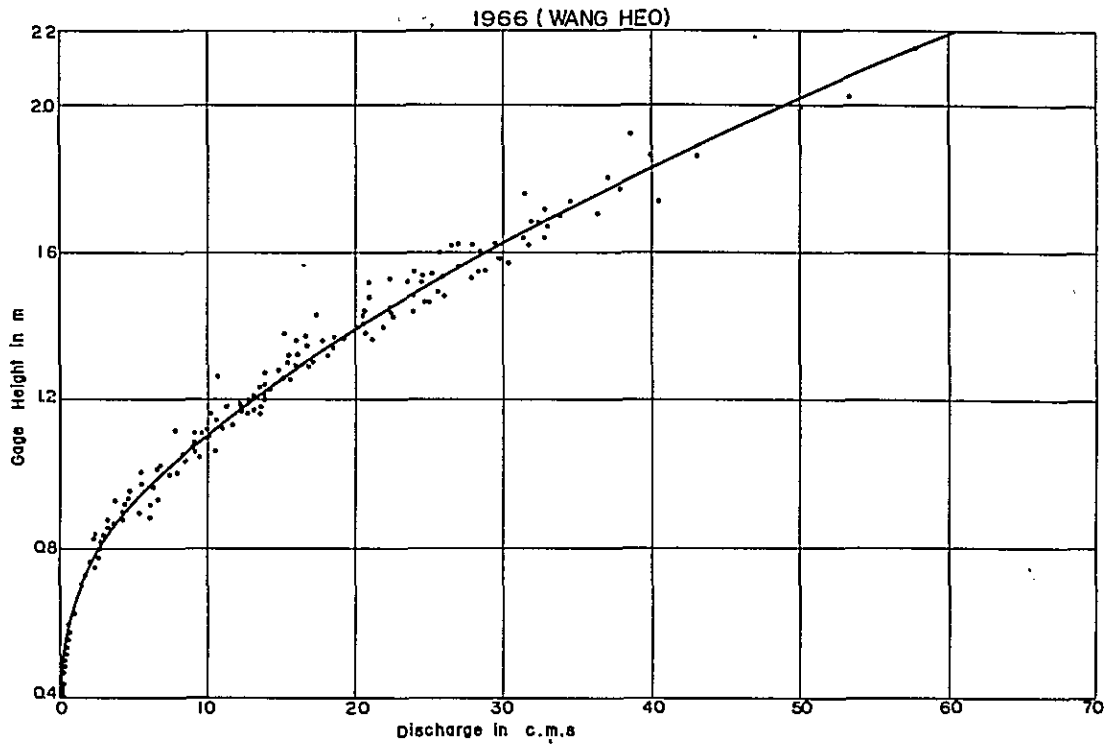
APPENDIX FIG. 4-2-(2) HYDROGRAPH OF WANG-HEO AND BANG-SAPANHIN



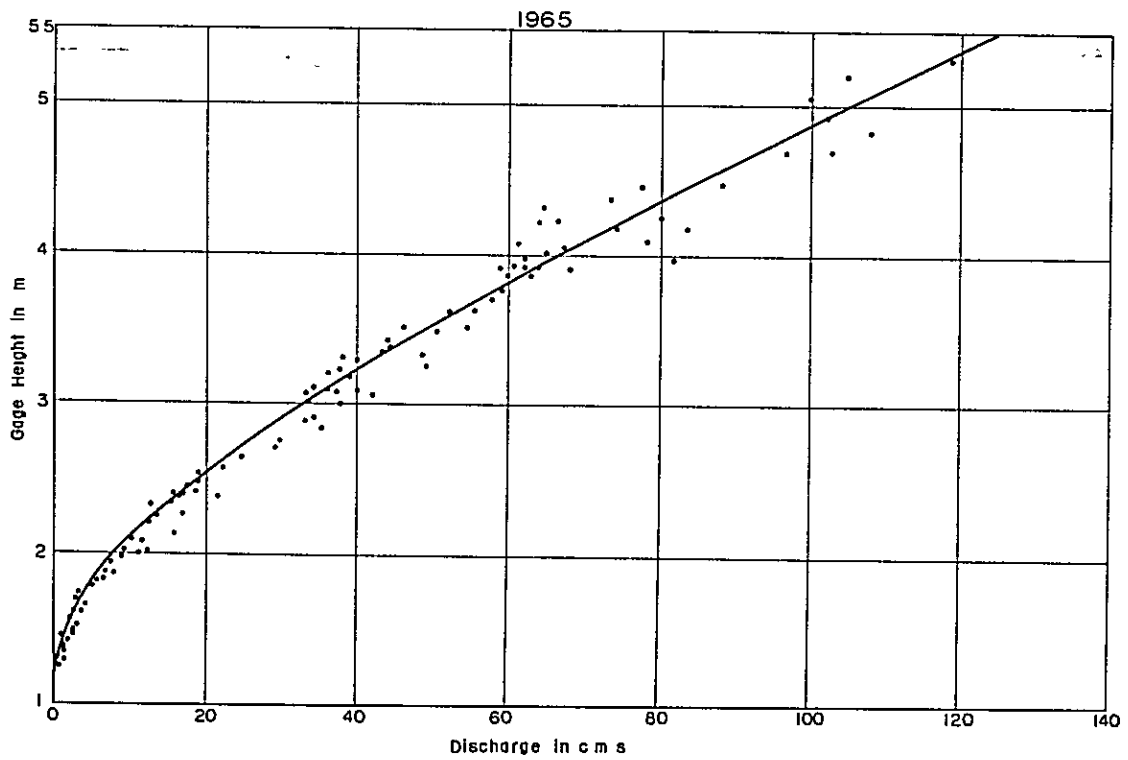
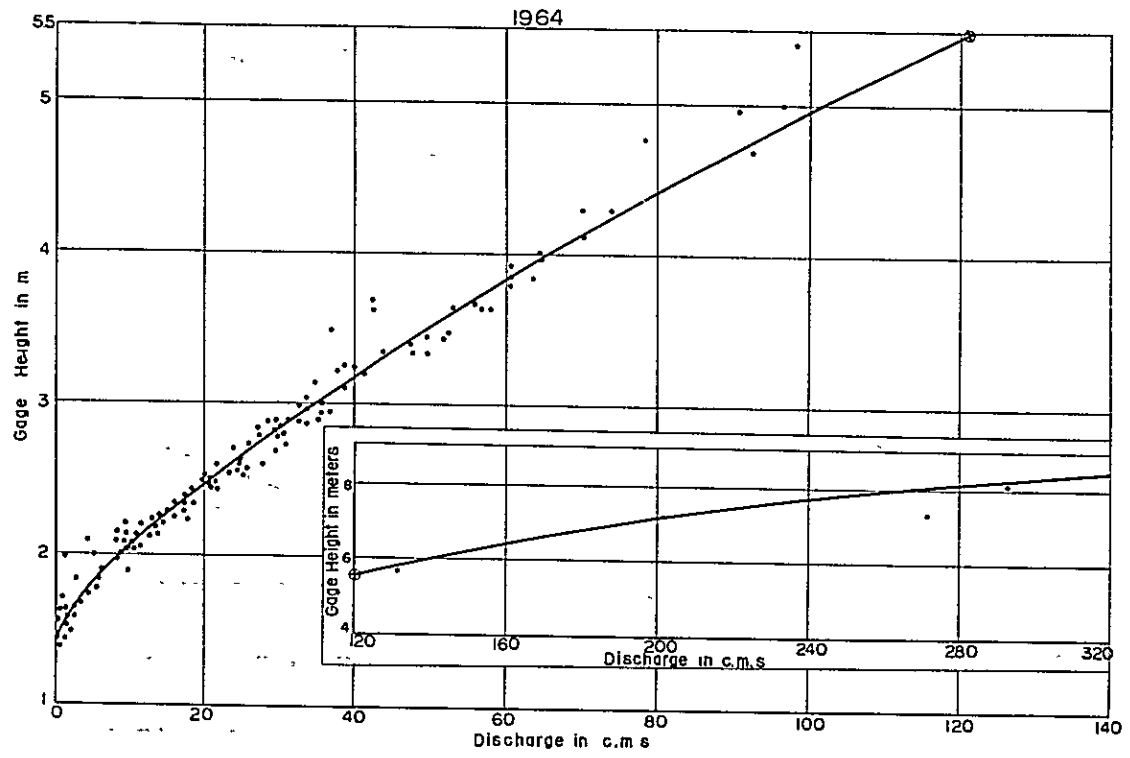
APPENDIX FIG. 43 (1) RATING CURVES OF KAO KEEP SAMUT AND WANG HEO ON SAI YAI RIVER



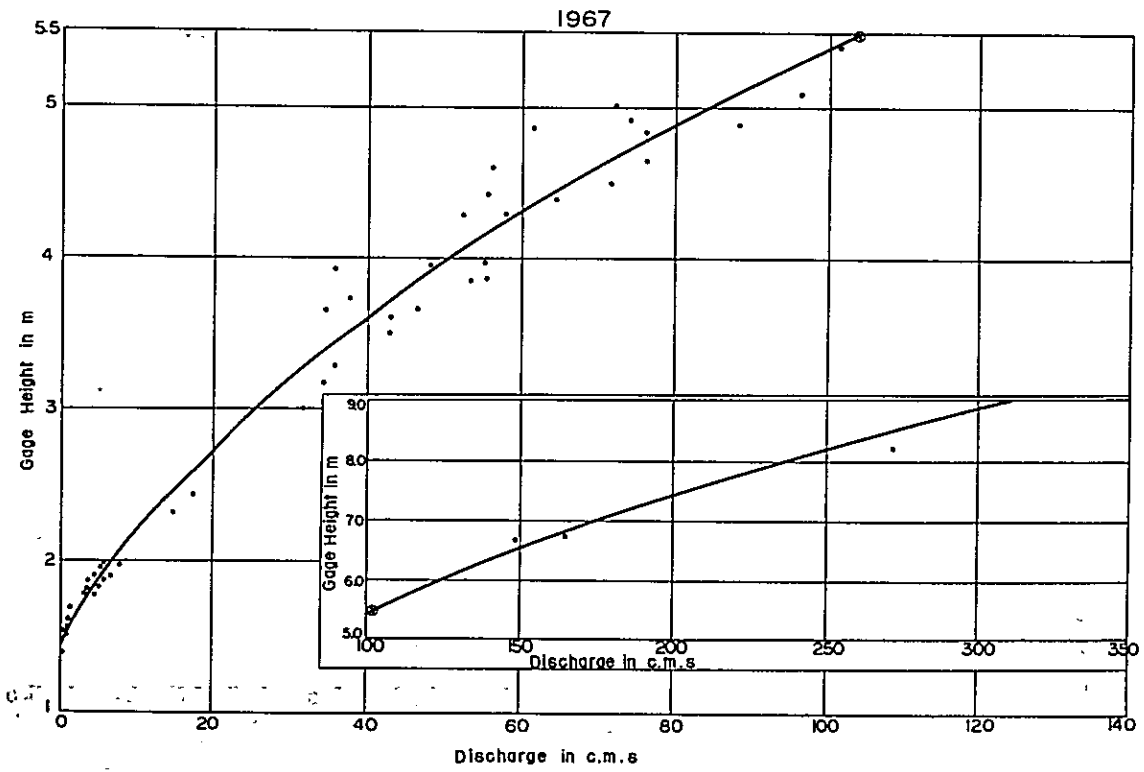
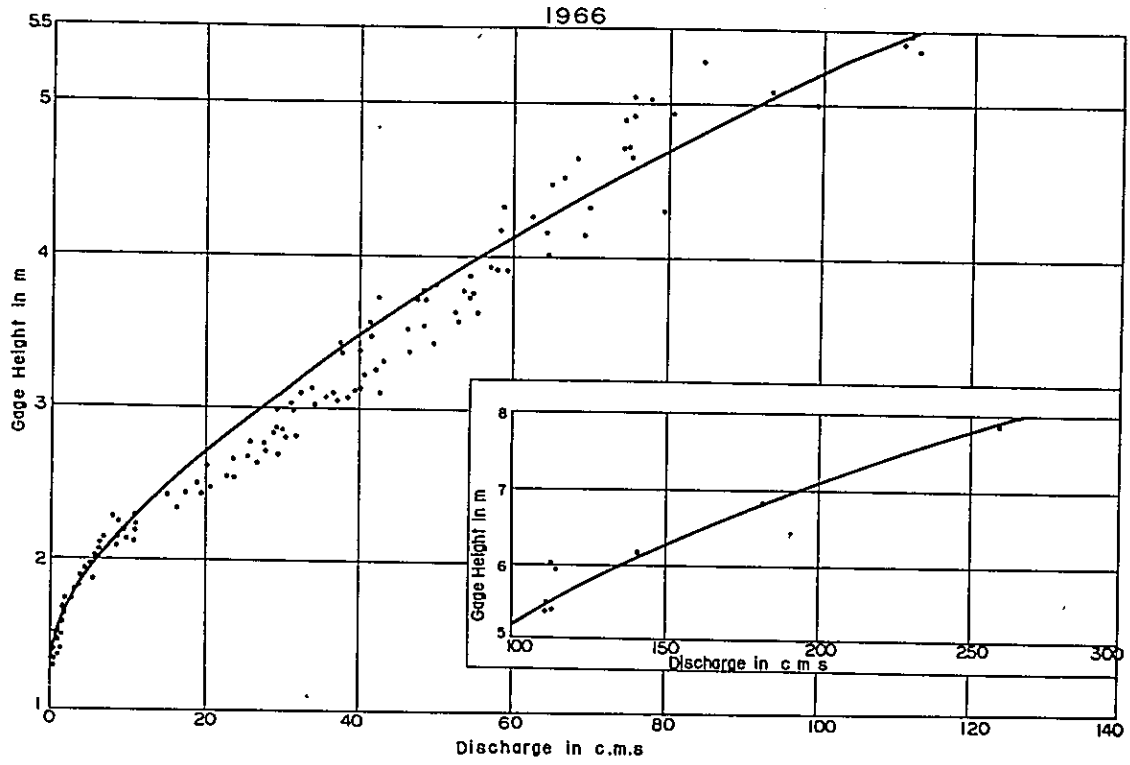
APPENDIX FIG. 4-3 (2) RATING CURVES OF KAO KEEP SAMUT AND WANG HEO ON SAI YAI RIVER



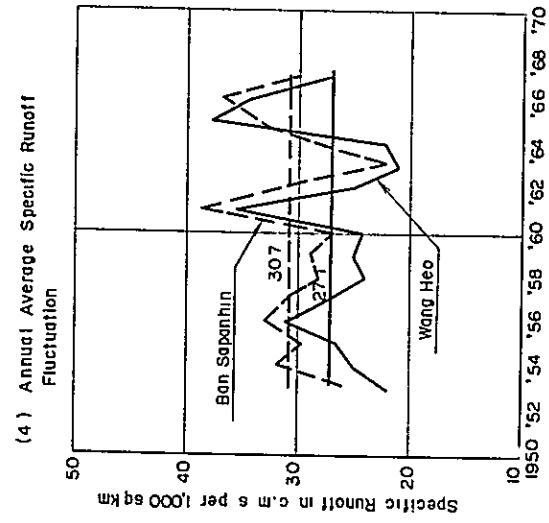
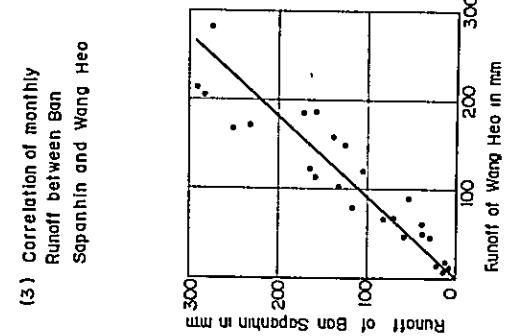
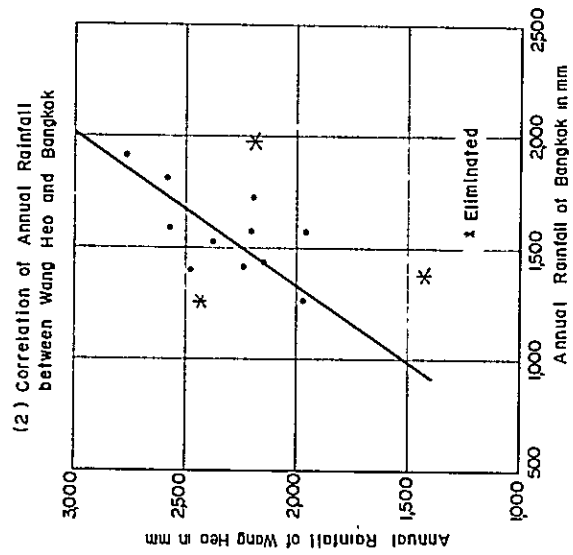
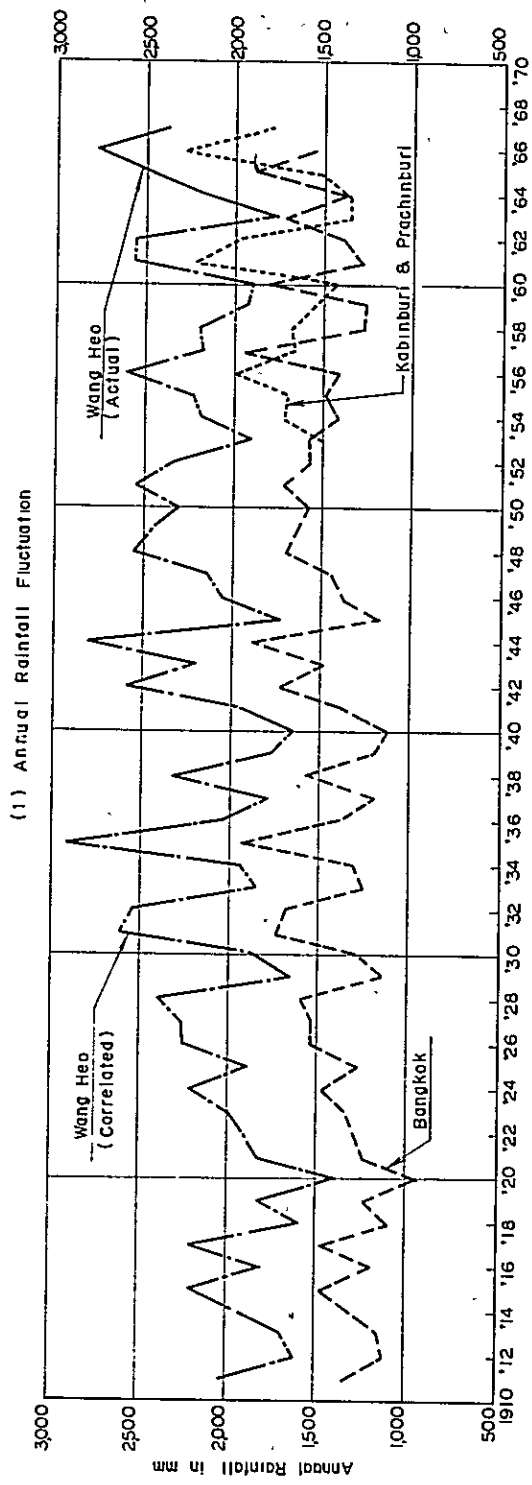
APPENDIX FIG. 4-4 (1) RATING CURVES OF BAN SAPANHIN ON HANUMAN RIVER



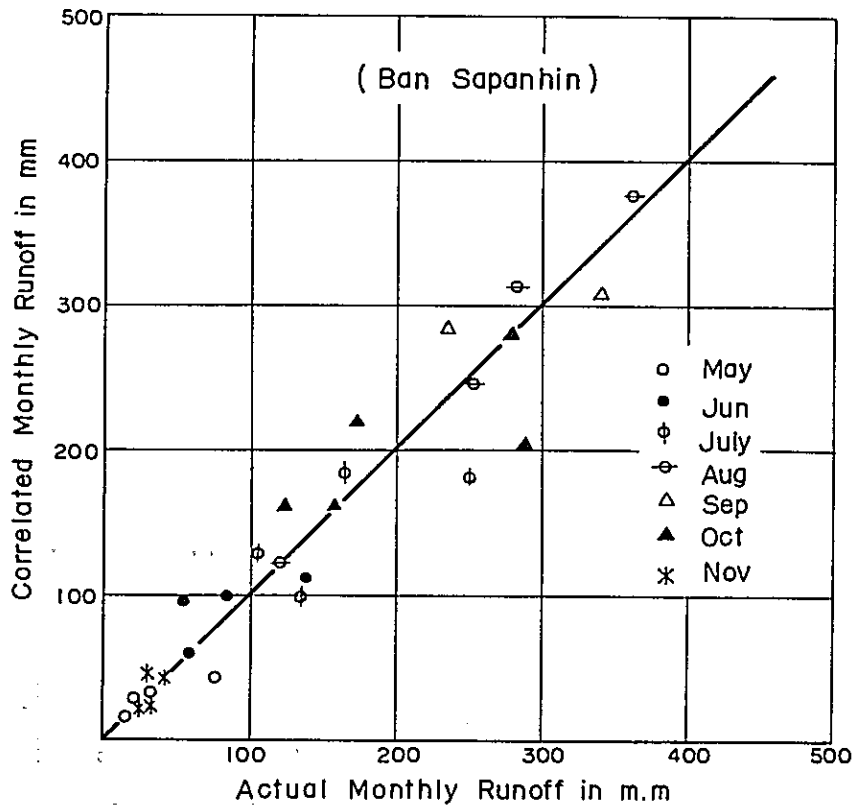
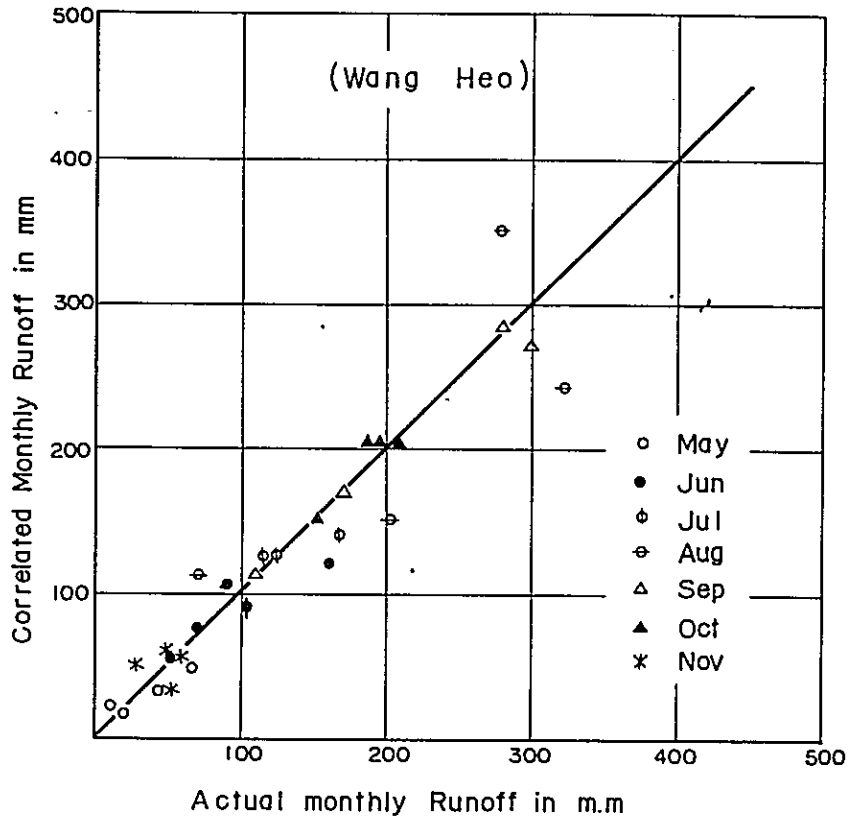
APPENDIX FIG. 4.4 (2) RATING CURVES OF BAN SAPANHIN ON HANUMAN RIVER



APPENDIX FIG. 4-5 RAINFALL AND AVERAGE SPECIFIC RUN-OFF

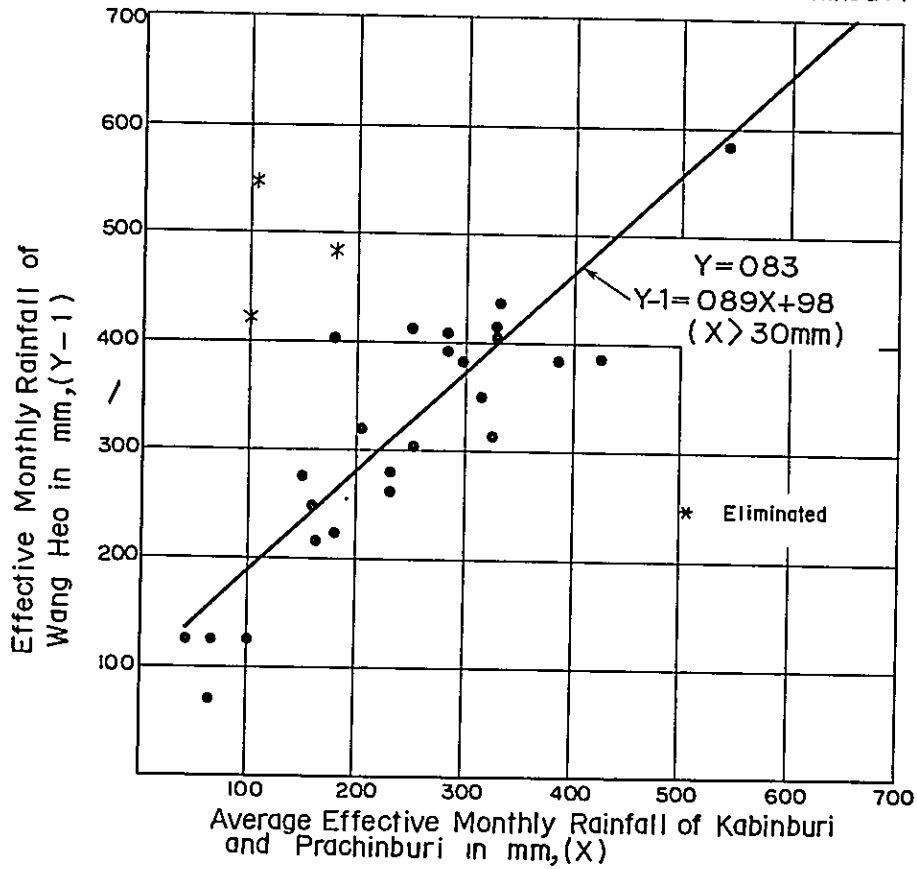


APPENDIX FIG. 4-6 CORRELATION BETWEEN ACTUAL AND CORRELATED MONTHLY RUN-OFF

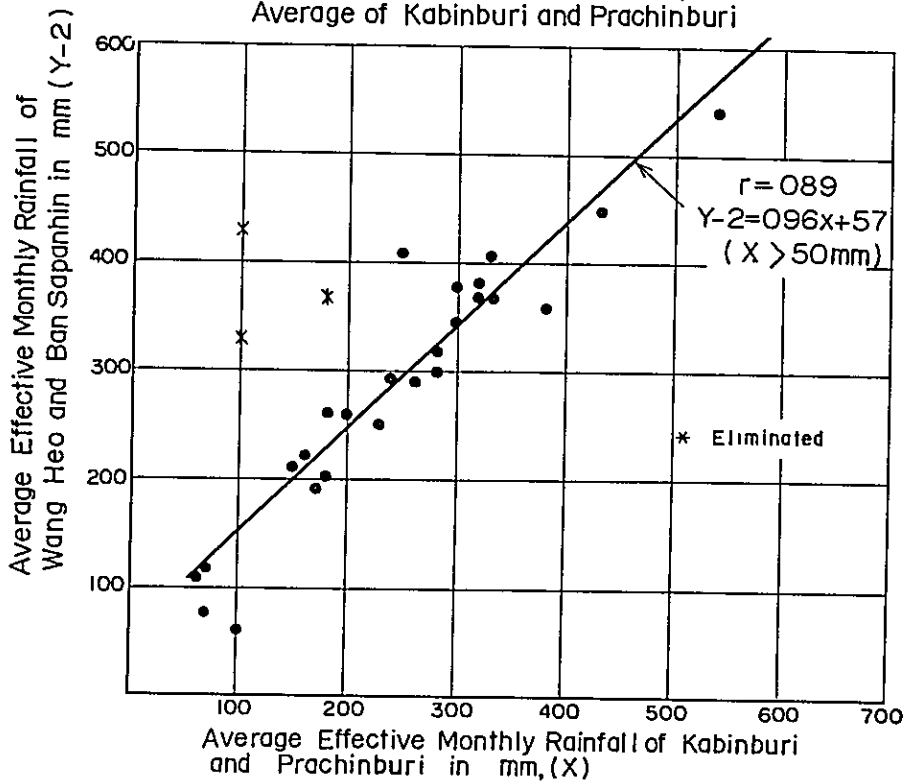


APPENDIX FIG. 4-7 CORRELATION OF EFFECTIVE MONTHLY RAINFALL

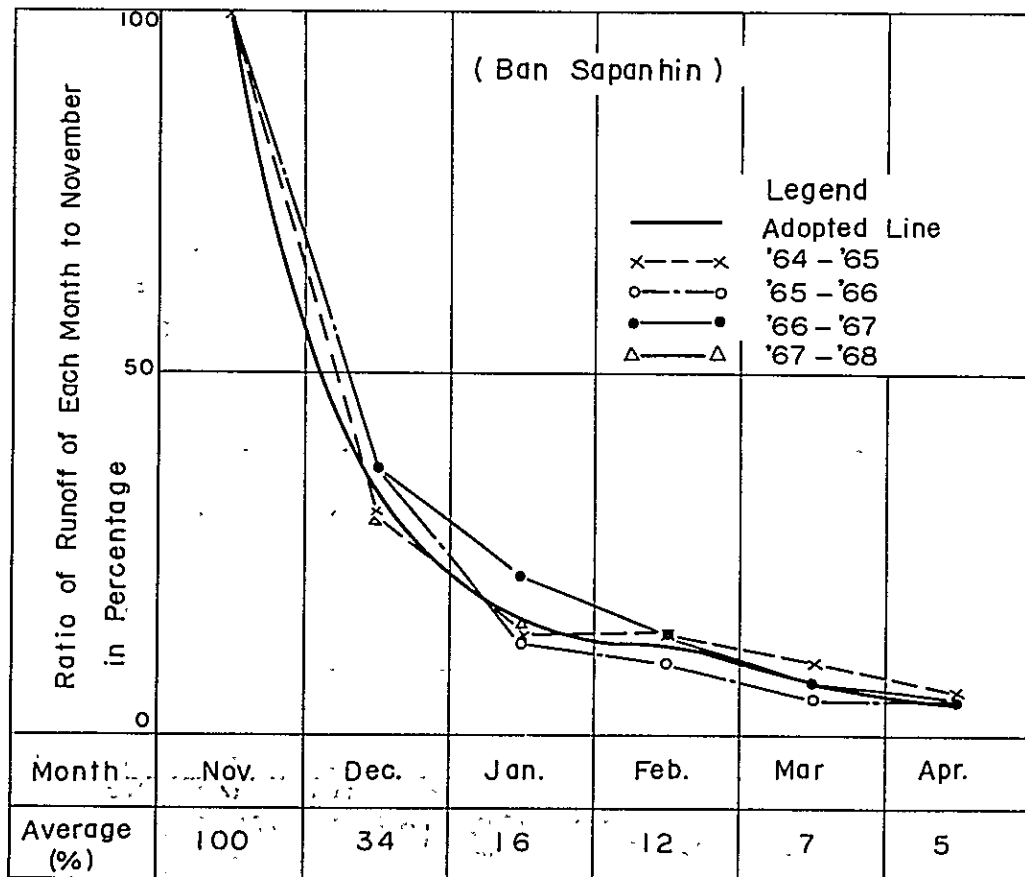
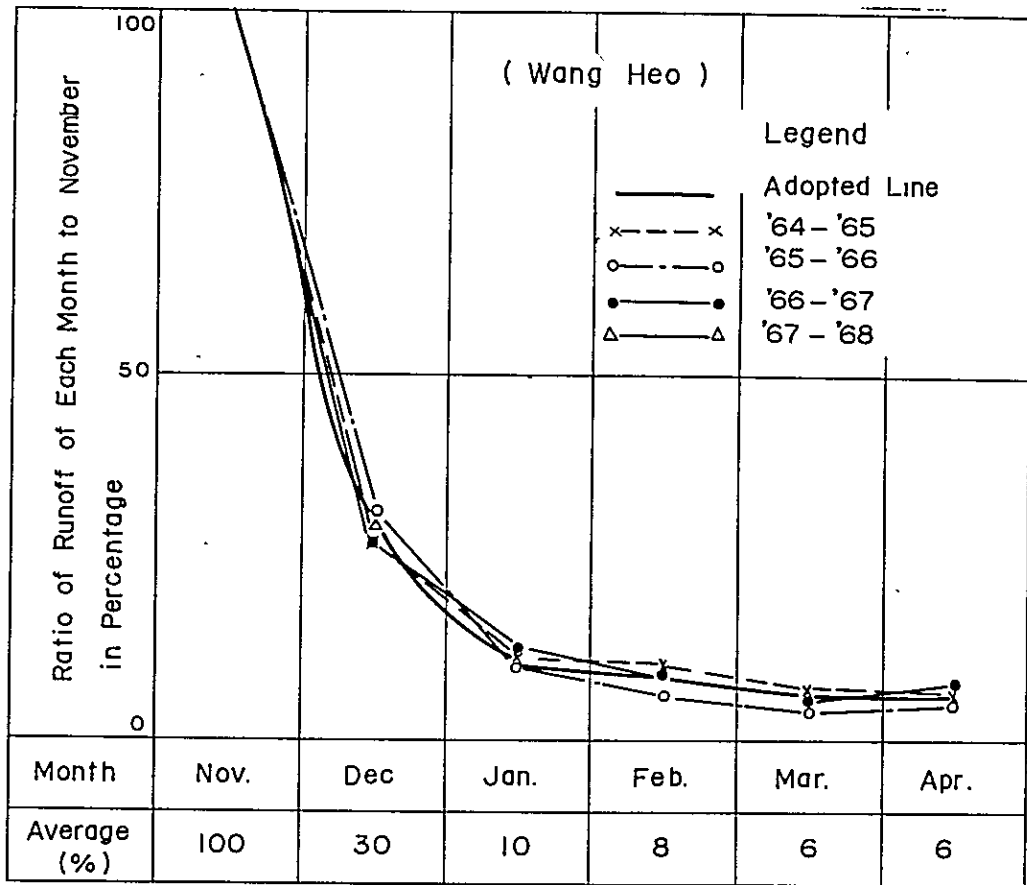
(1) Wang Heo Vs. Average of Kabinburi and Prachinburi



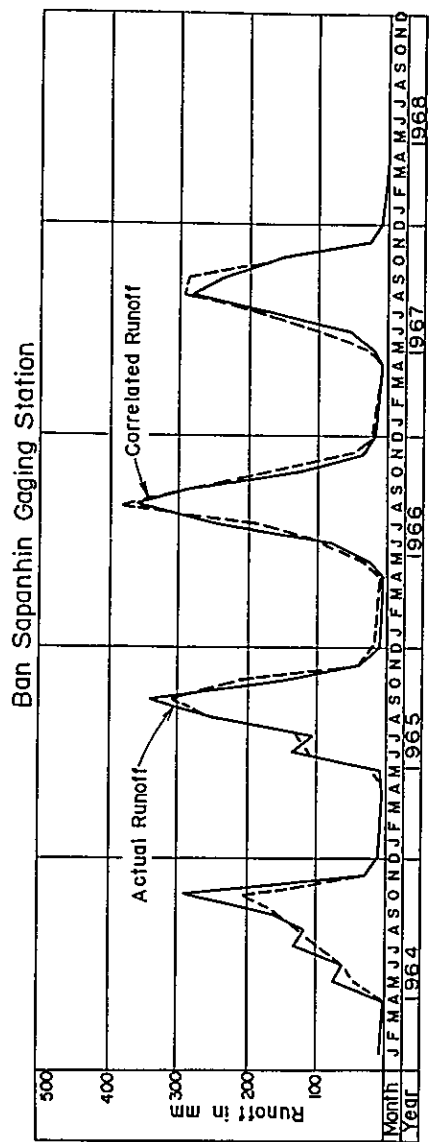
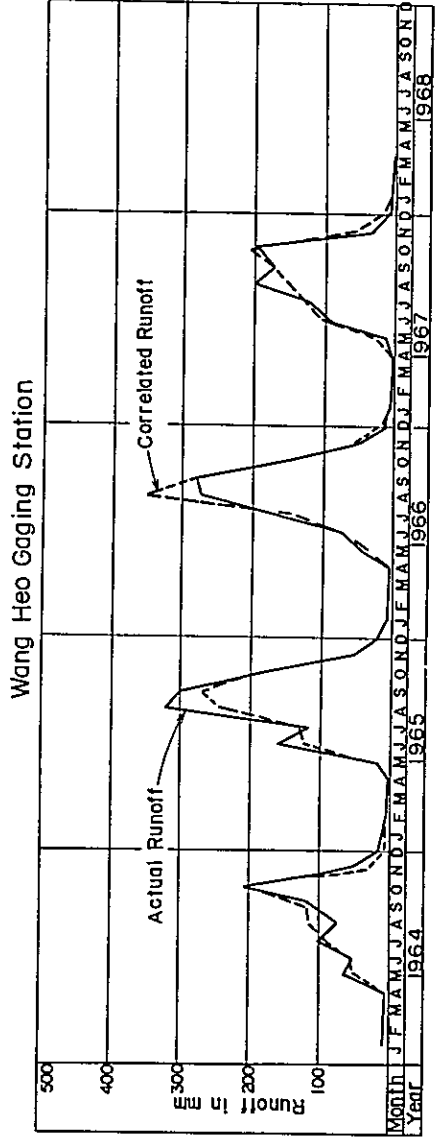
(2) Average of Wang Heo and Ban Sapanhin Vs. Average of Kabinburi and Prachinburi



APPENDIX FIG. 4-8 REGRESSION CURVES OF HYDROGRAPH

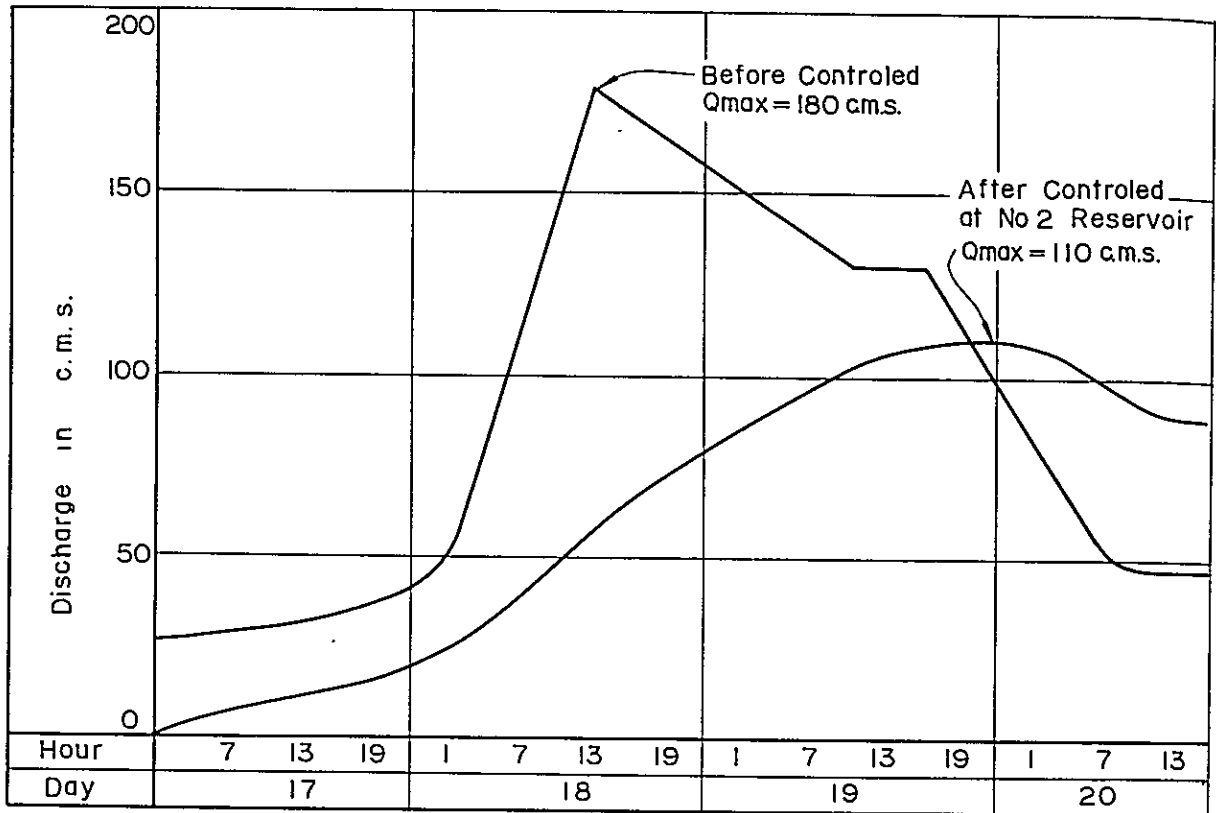


APPENDIX FIG. 4-9 COMPARISON OF ACTUAL MONTHLY RUN-OFF AND CORRELATED MONTHLY RUN-OFF



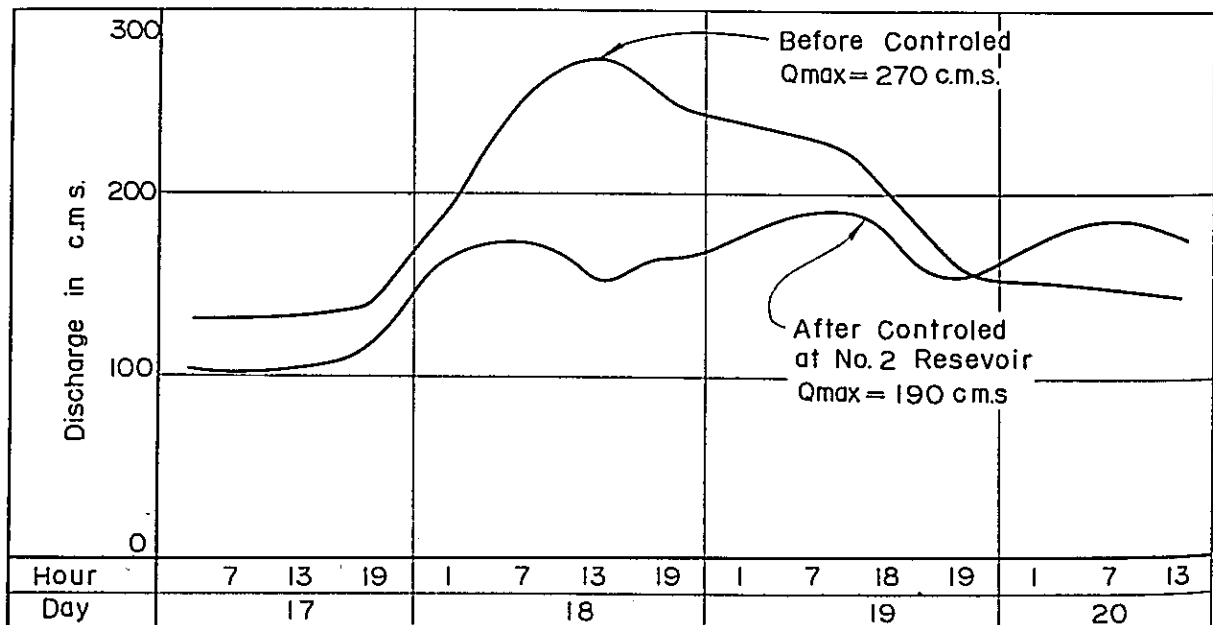
APPENDIX FIG. 4-10 FLOOD HYDROGRAPH OF WANG HEO (NO.2 DAM)

(Aug. 17, 1966 ~ Aug. 20, 1966)



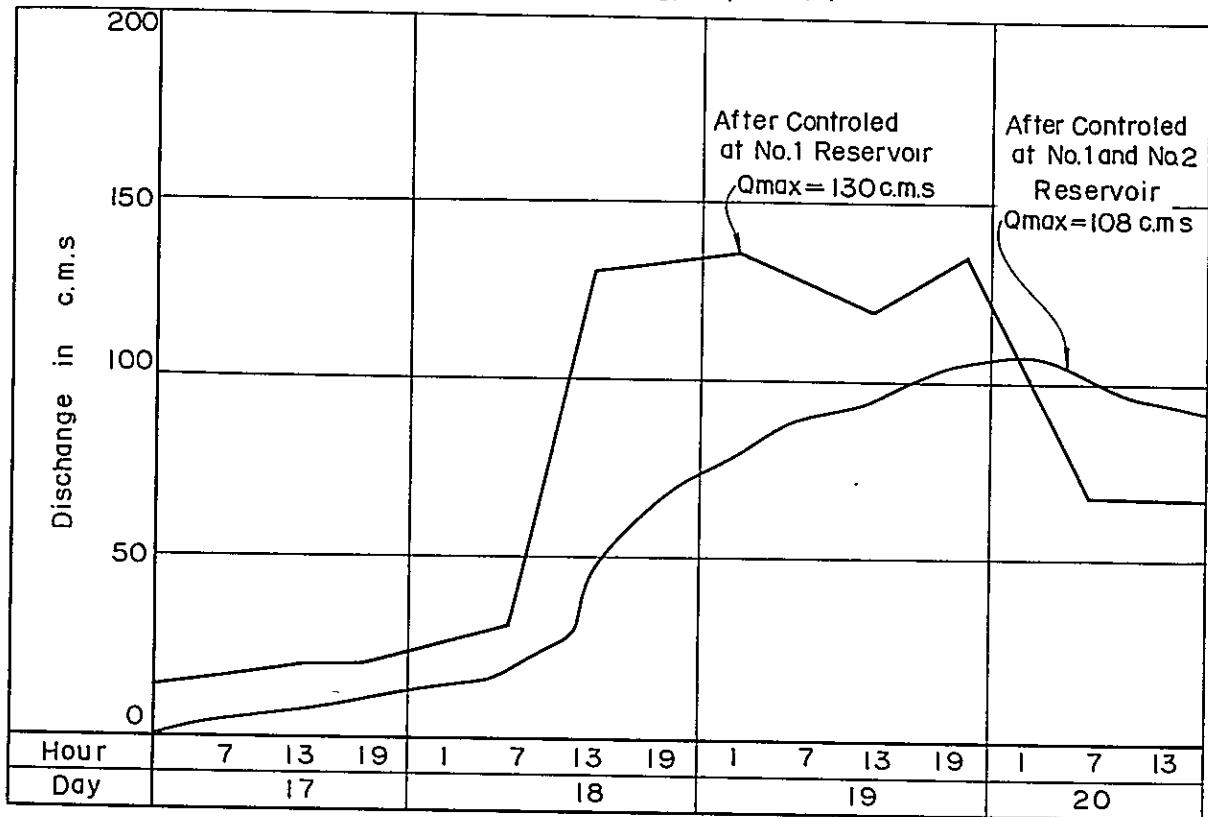
APPENDIX FIG. 4-11 FLOOD HYDROGRAPH OF BAN SAPANHIN

(Aug. 17, 1966 ~ Aug. 20, 1966)



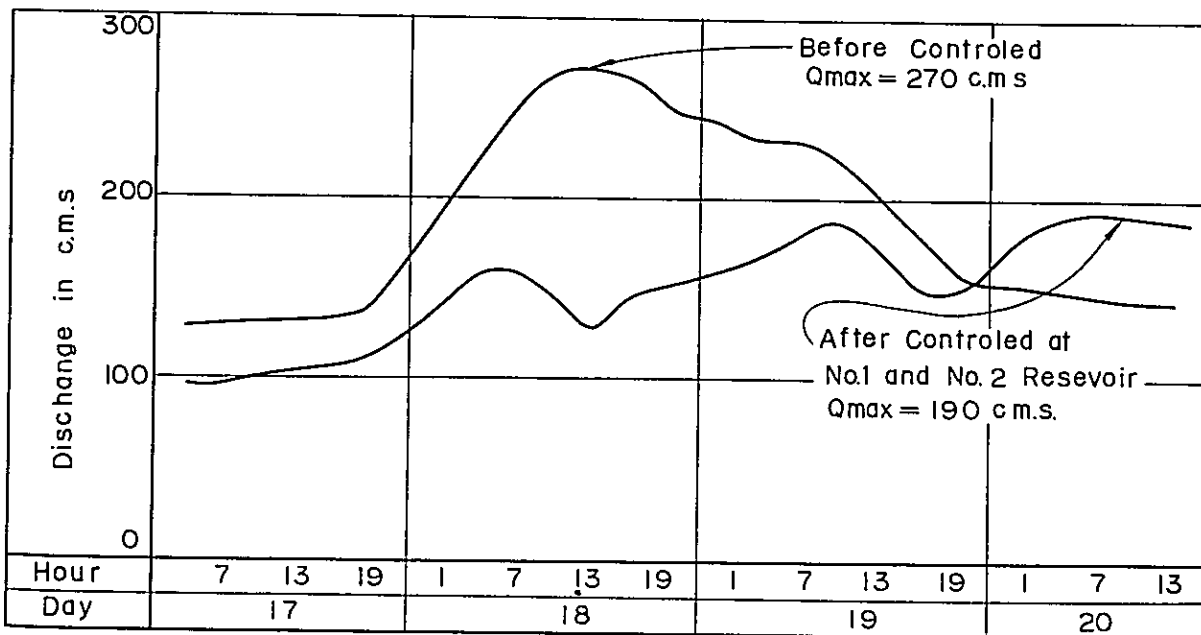
APPENDIX FIG. 4-12 FLOOD HYDROGRAPH OF WANG HEO (NO.2 DAM)

(Aug. 17, 1966 ~ Aug. 20, 1966)

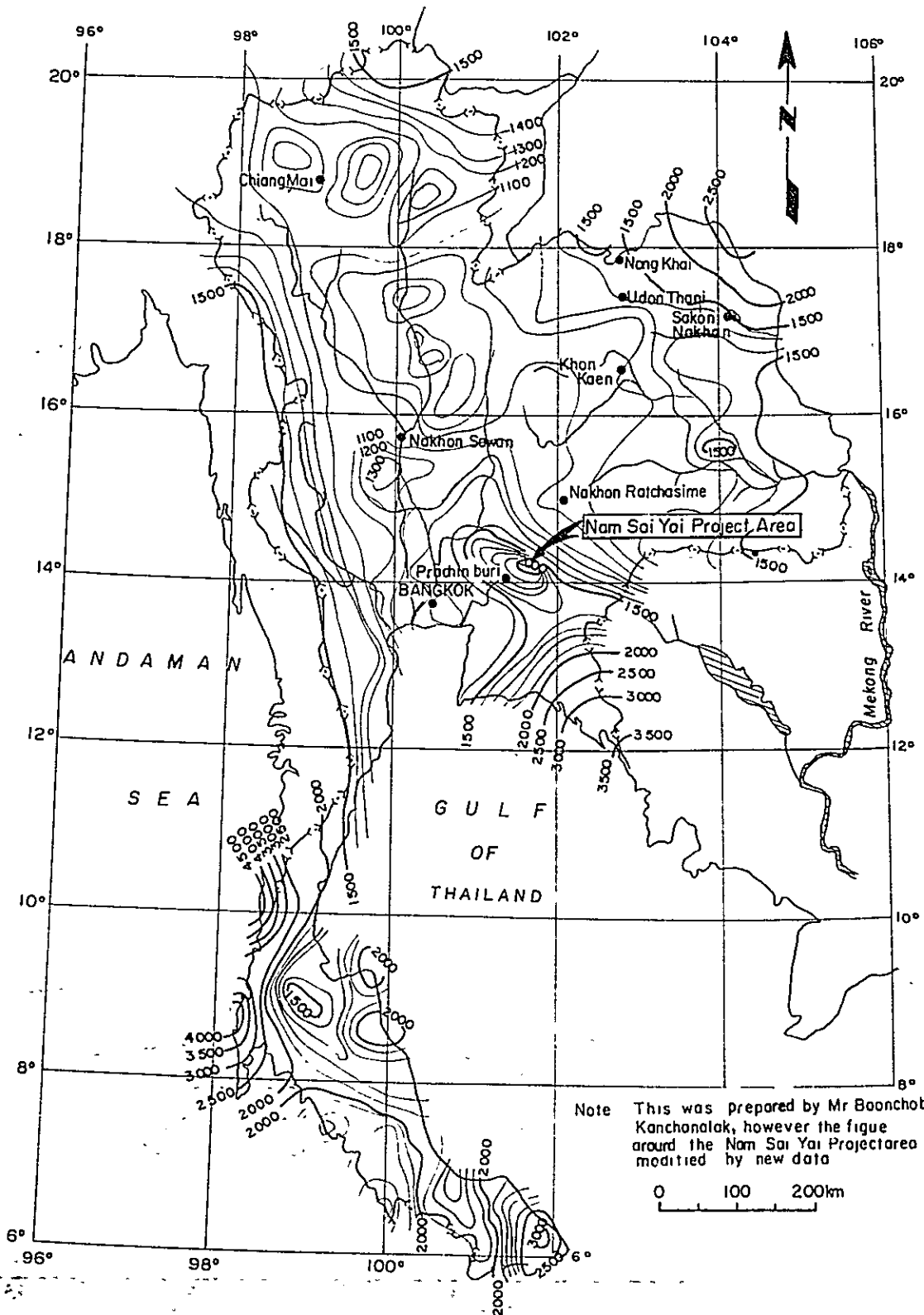


APPENDIX FIG. 4-13 FLOOD HYDROGRAPH OF BAN SAPANHIN

(Aug. 17, 1966 ~ Aug. 20, 1966)

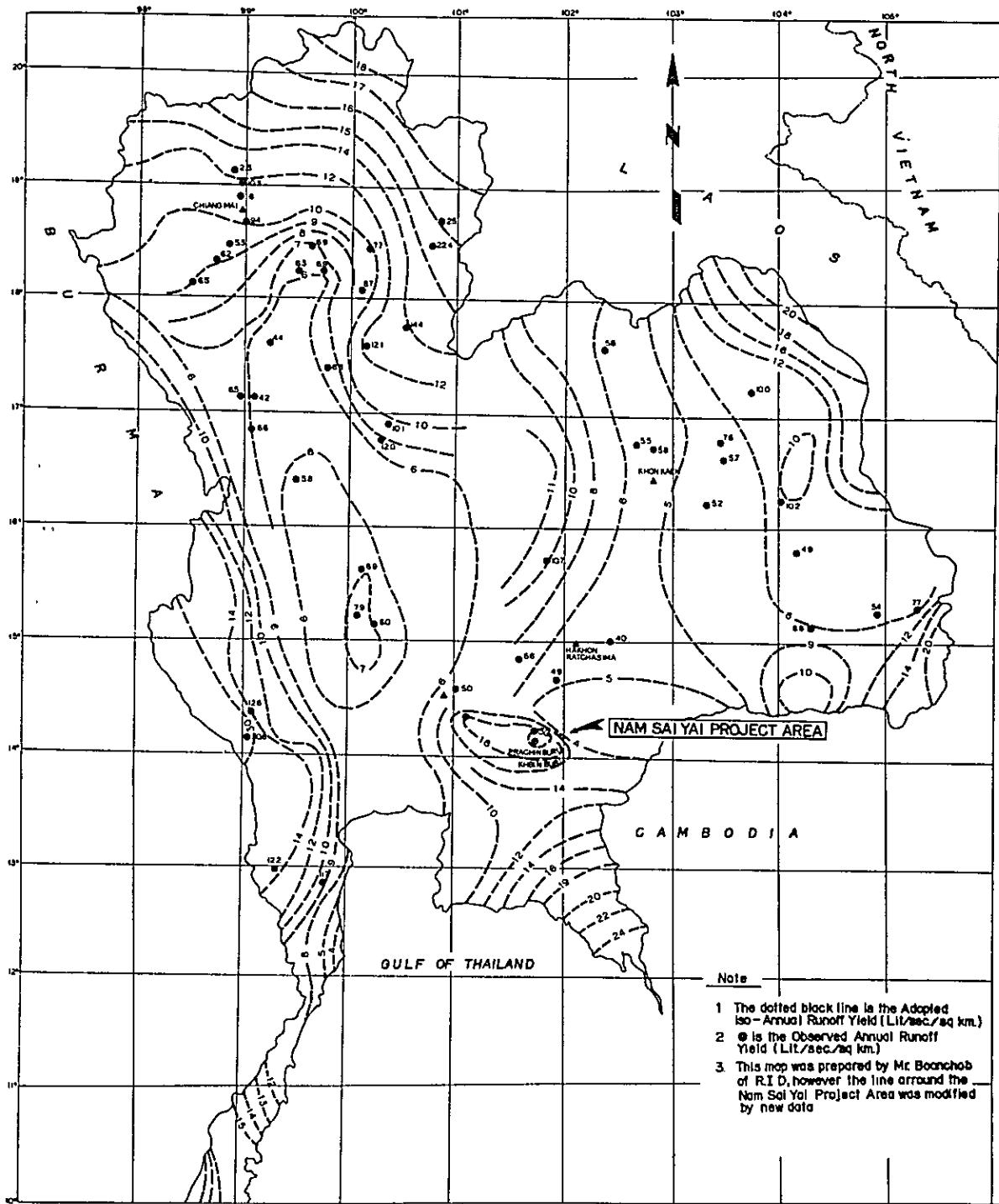


APPENDIX FIG. 4-14 ISOHYETAL MAP OF MEAN ANNUAL RAINFALL (1906 - 1960)

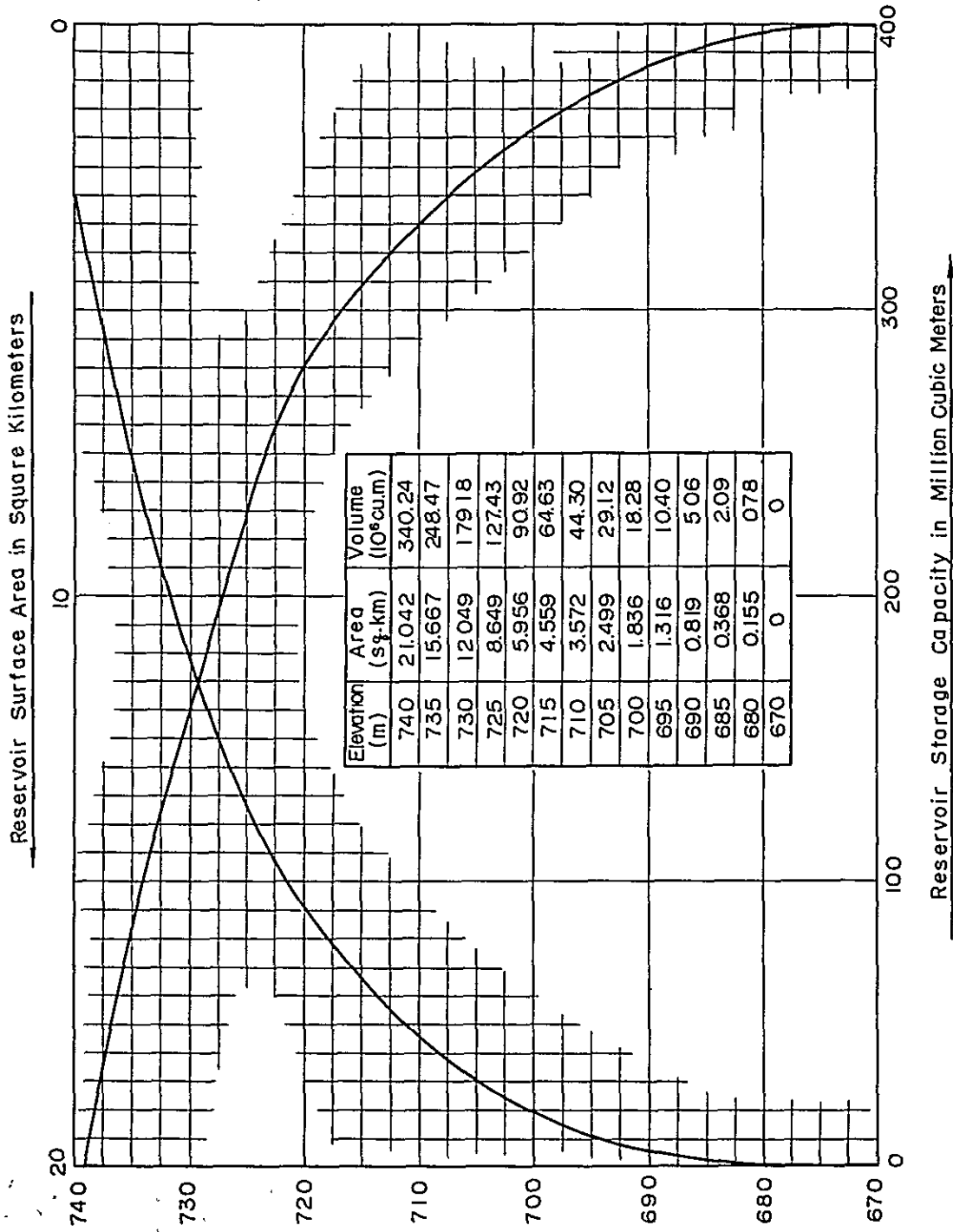


Note This was prepared by Mr Boonchob Kanchanalak, however the figure around the Nam Sai Yoi Project area was modified by new data

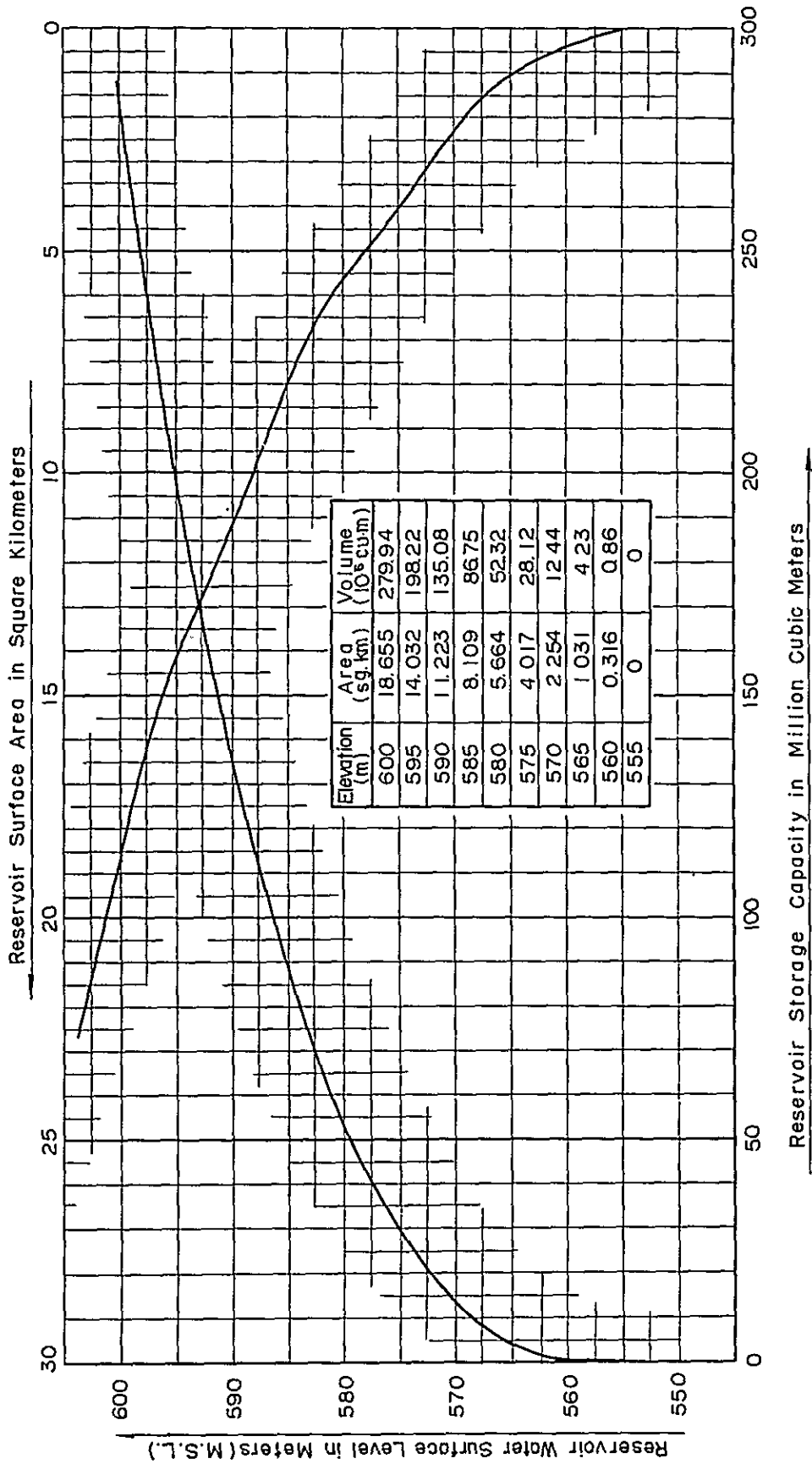
APPENDIX FIG. 4-15 MAP OF SPECIFIC RUN-OFF



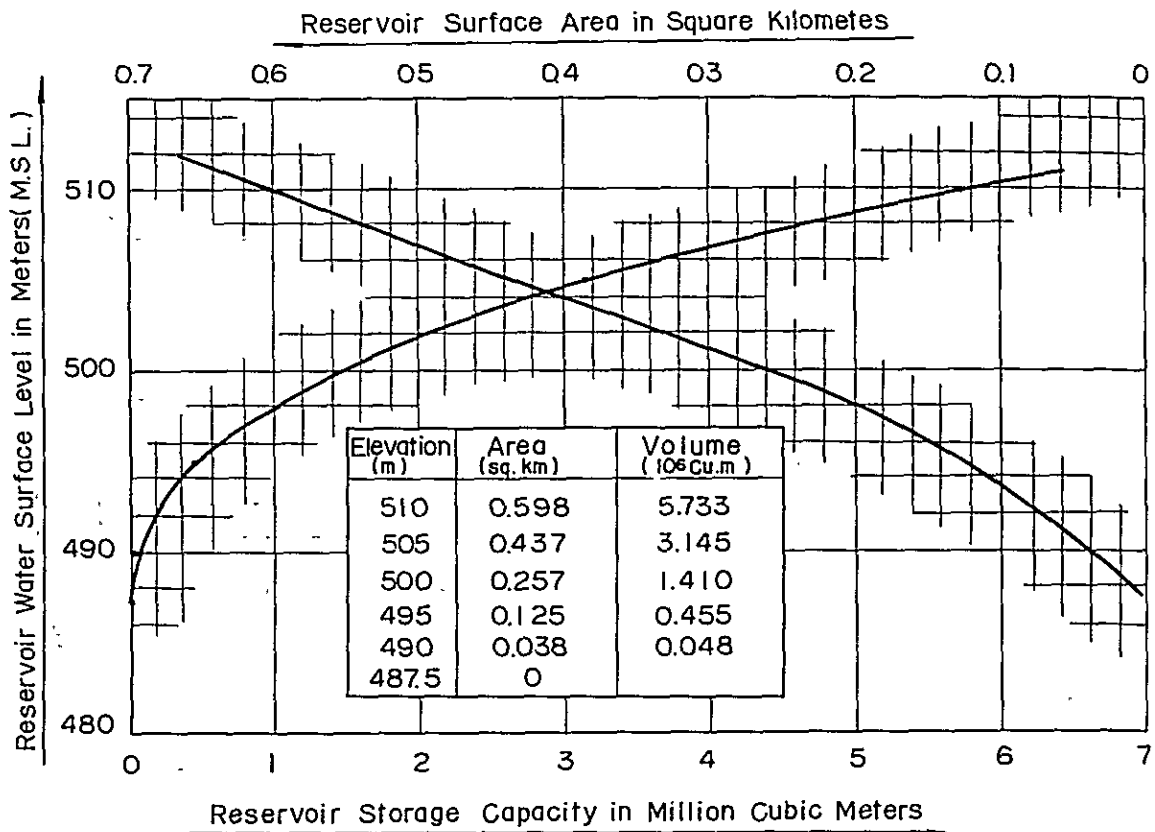
APPENDIX FIG. 6-1 AREA CAPACITY CURVES FOR NO.1 RESERVOIR



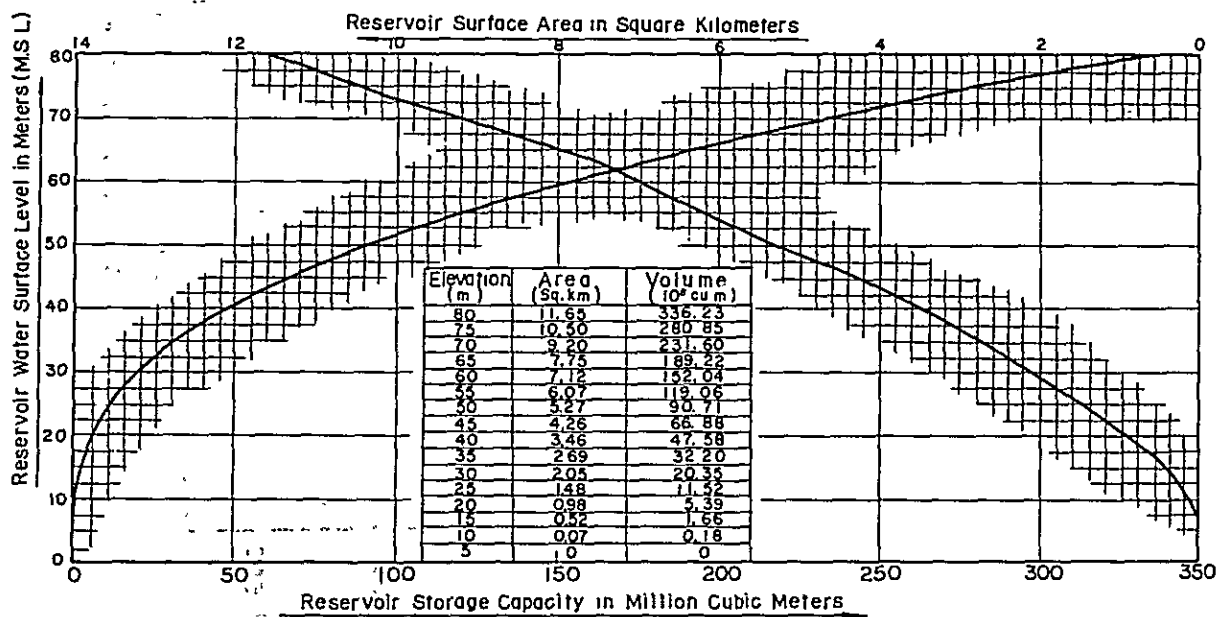
APPENDIX FIG. 6-2 AREA CAPACITY CURVES FOR NO.2 RESERVOIR



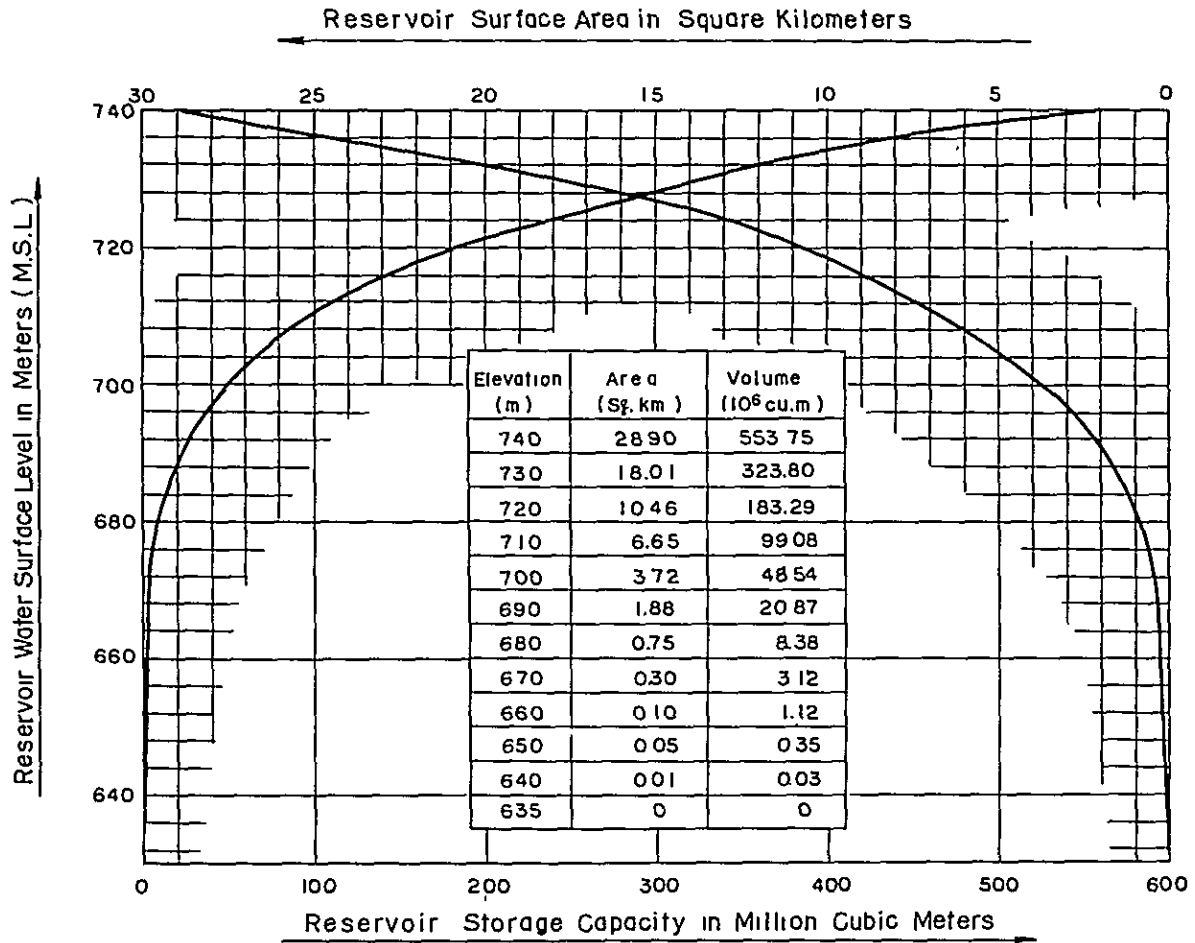
APPENDIX FIG. 6-3 AREA CAPACITY CURVES FOR A-NO.3 REGULATING POND



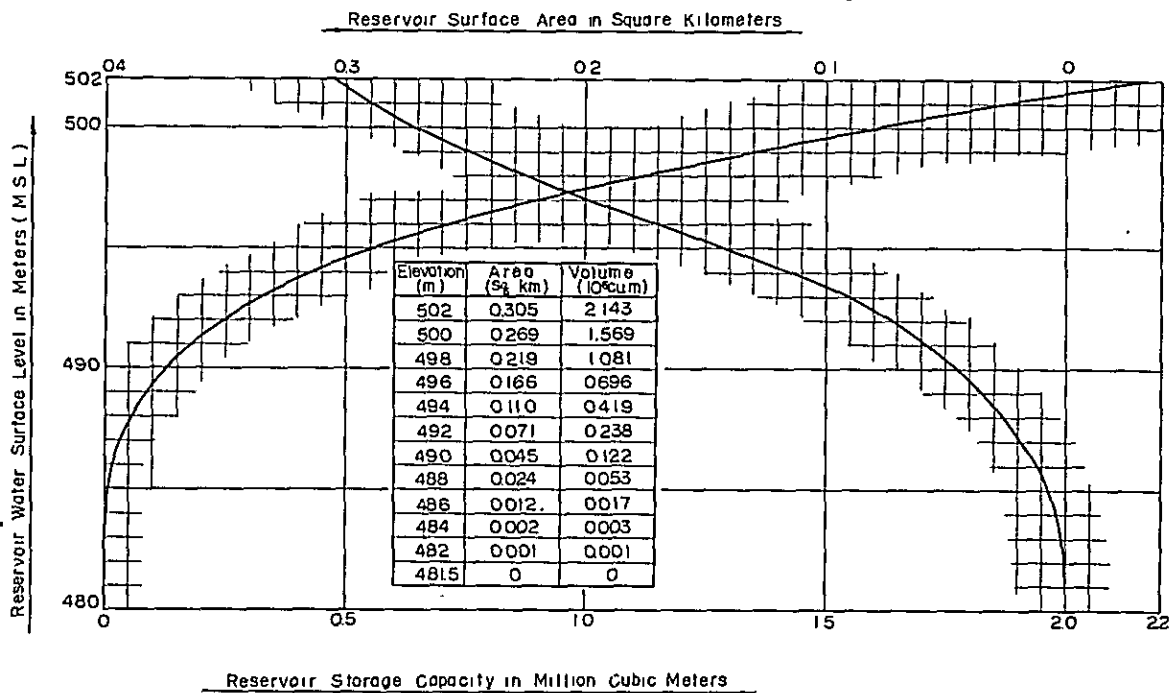
APPENDIX FIG. 6-4 AREA CAPACITY CURVES FOR NO.4 RESERVOIR



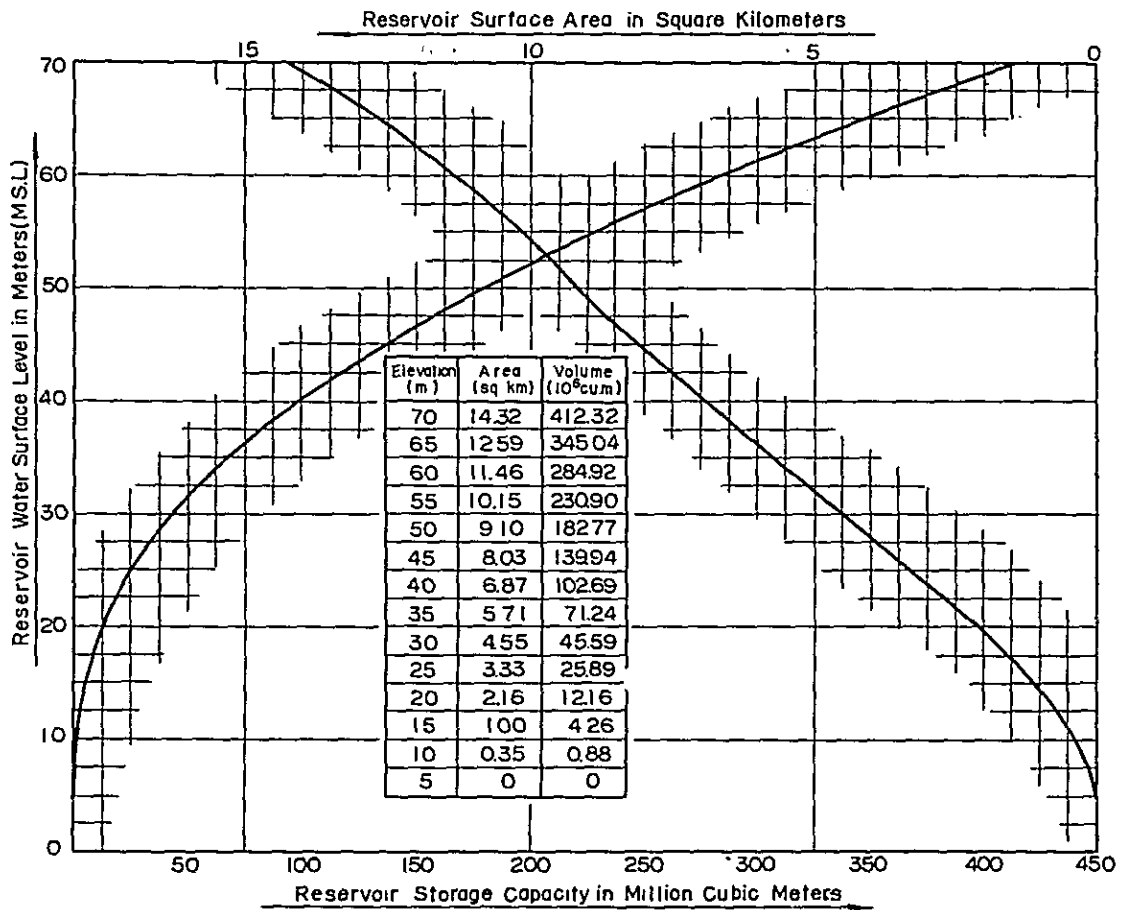
APPENDIX FIG. 6-5 AREA CAPACITY CURVES FOR NO.1 RESERVOIR (ALTERNATIVE)



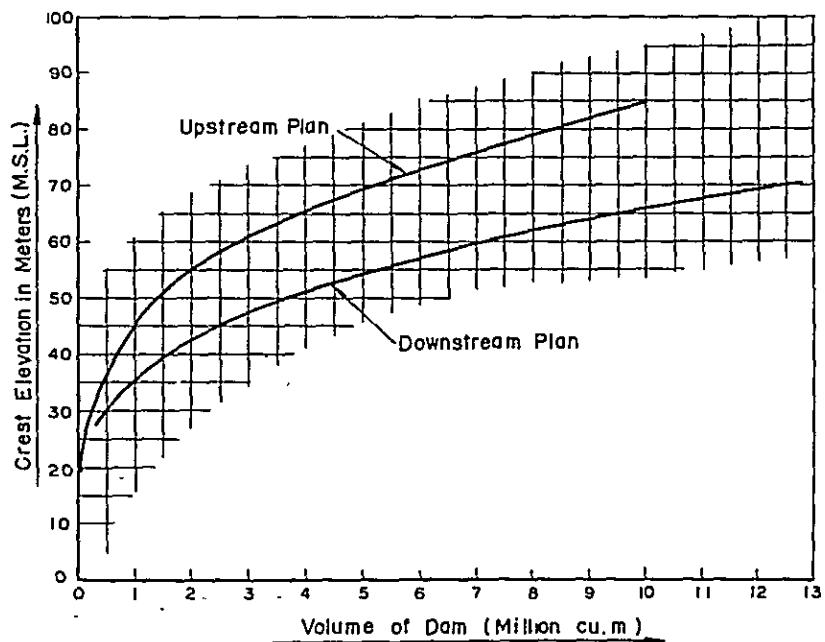
APPENDIX FIG. 6-6 AREA CAPACITY CURVES FOR B-NO.3 REGULATING POND



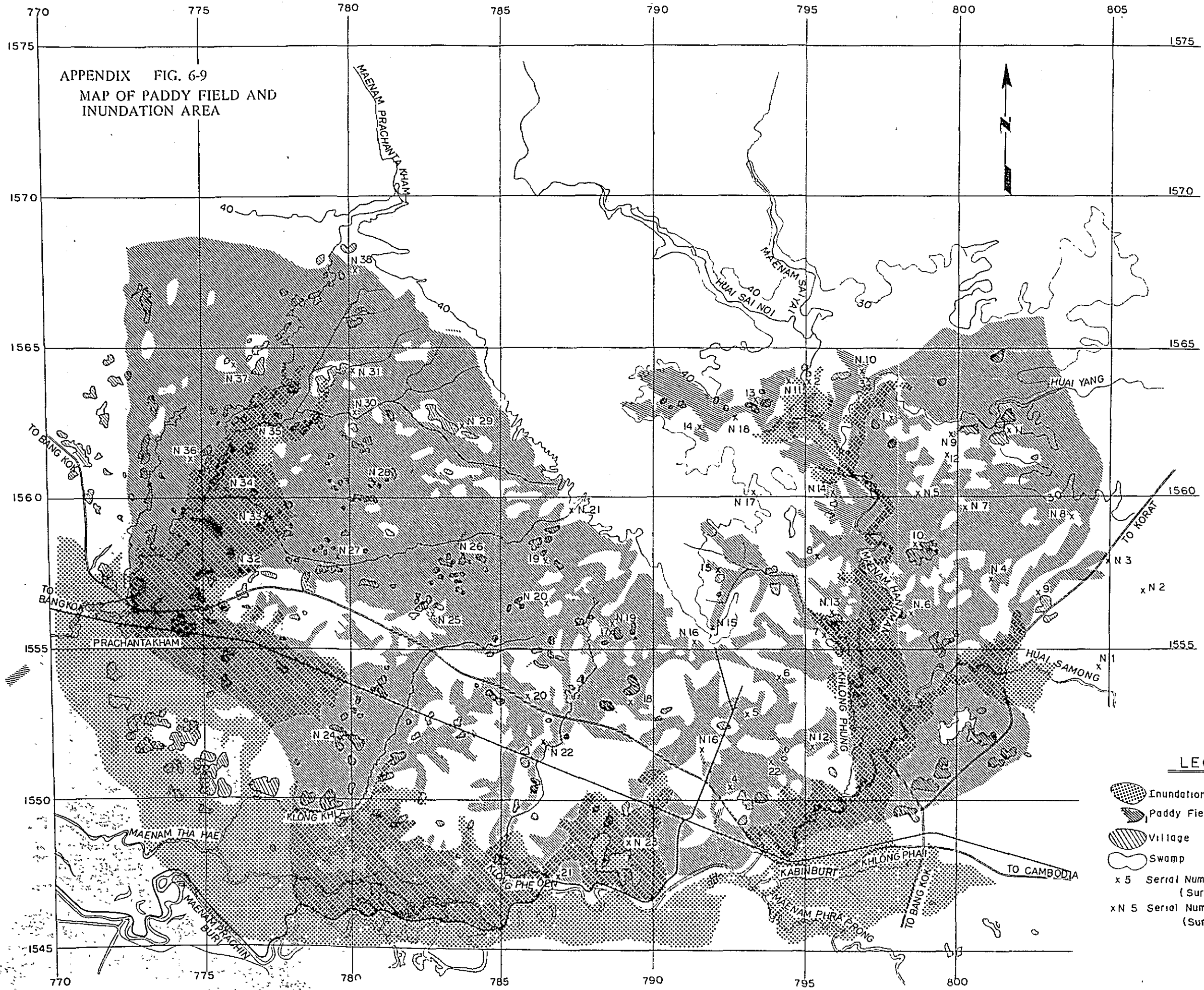
APPENDIX FIG. 6-7 AREA CAPACITY CURVES FOR NO.4 RESERVOIR







APPENDIX FIG. 6-8 RELATION BETWEEN VOLUME OF DAM AND CREST ELEVATION (NO.4 DAM)



APPENDIX FIG. 6-9
 MAP OF PADDY FIELD AND
 INUNDATION AREA



LEGEND

-  Inundation Area by Flood-flow
-  Paddy Field
-  Village
-  Swamp
- x 5 Serial Number of Soil Sample (Survey, 1965)
- xN 5 Serial Number of Soil Sample (Survey, 1968)

APPENDIX FIG 6-10 SOIL PROFILE

Maenam Hanuman (Left Bank Area)

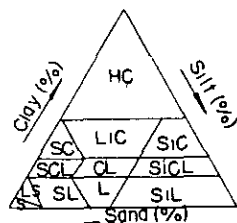
Site of Samples	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field
0	SCL (gB)	SL (dB)	SL (O)	SiL (dyO)	L (gB)	SiL (gB)	SL (dO)	SL (dO)	SL (dO)	SL (dO)
-10m		SiL (dB)	SCL (O)	SiL (dO)	L (dO)	CL (gB)	CL +G (dO)	LS (O)	SiCL (dO)	SiL (dO)
-20m	CL (bg)	SL (dB)	SL (O)	CL (dO) (daR)	L (dO) + (rB)	LiC (gB)	SiC (bg) + (B)			CL + G (drB)
Sample No	N 10	N 9	N 5	N 7	N 8	N 3	N 4	N 2	N 6	N 1

Maenam Hanuman (Right Bank Area)

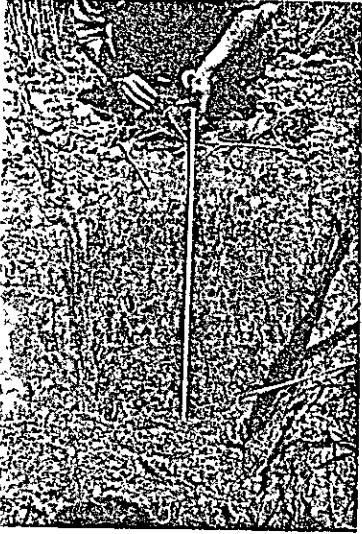
Site of Samples	Paddy Field	Paddy Field	Upland	Paddy Field	Forest	Paddy Field	Paddy Field	Upland	Paddy Field	Paddy Field	Upland	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field
0	SiCL (dyO)		SCL (dO)	SiCL (gB)		SiL (dO)	L (dO)	SiCL +G (rB)	SiCL (dB)	SL (gB)	SiCL (B)	SL (dO)	L (dO)	SL (dO)
-10m	CL (dyB)	SiCL (gB)	L +G (O)	SiCL (gB) (O)	SCL (dO)	SL (dO)	G (O)	G (B)	SiCL (O)	SL (gB)	SL (dB)	LS (dO)	L (dO)	SL (dO)
-20m		+G	GW (O)	CL (dO)	G	SCL (dO)	CL (gB)	SCL (brB)	SiCL (dB)				L +G (dB)	
Sample No	N 11	N 18	N 17	N 14	N 15	N 13	N 12	N 16	N 23	N 19	N 22	N 21	N 20	N 24

Prachanta Kham (Left Bank Area)

Site of Samples	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field	Paddy Field
0	SL (dyO)		LS (dO)	SL (dyO)		SiL (dO)		SiCL (dyO)	SL (dO)	SL (dO)				
-10m	SiCL (dyO)	SL (dyO)		SiCL (dyB)	L (dO)	SiCL (dO)	L (dyO)	L (dO)	SL (dO)	SCL (dO)	SL (dO)	SL (dO)	SL (dO)	SL (dO)
-20m			SCL (dO)								+G			+G
Sample No	N 38	N 37	N 31	N 35	N 30	N 29	N 36	N 34	N 28	N 33	N 32	N 27	N 26	N 25



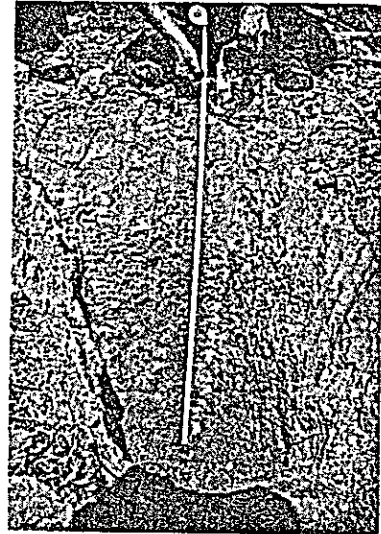
- | TEXTURE | | COLOR | |
|---------|-----------------|-------|------------------------|
| S | Sand | B | Brown |
| LS | Light Sand | bB | Bright Brown |
| SL | Sandy Loam | brB | Bright Reddish Brown |
| L | Loam | ByB | Bright Yellowish Brown |
| SiL | Silty Loam | dB | Dull Brown |
| SCL | Sandy Clay Loam | drB | Dark Reddish Brown |
| CL | Clay Loam | dyB | Dull Yellowish Brown |
| SiCL | Silty Clay Loam | gB | Grayish Brown |
| SC | Sandy Clay | rB | Reddish Brown |
| LiC | Light Clay | lbG | Light Brownish Gray |
| SiC | Silty Clay | O | Orange |
| HC | Heavy Clay | dO | Dull Orange |
| G | Gravel | dyO | Dull Yellowish Orange |
| | | lyO | Light Yellowish Orange |
| | | daR | Dark Red |



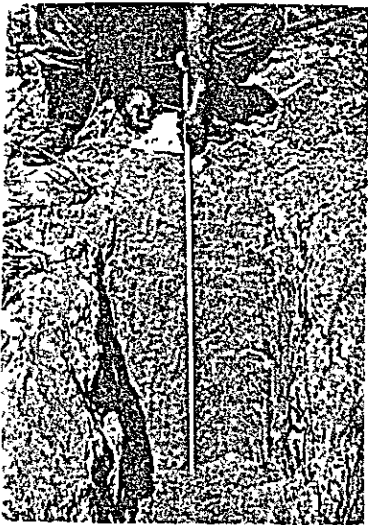
Sample N.5



Sample N.12



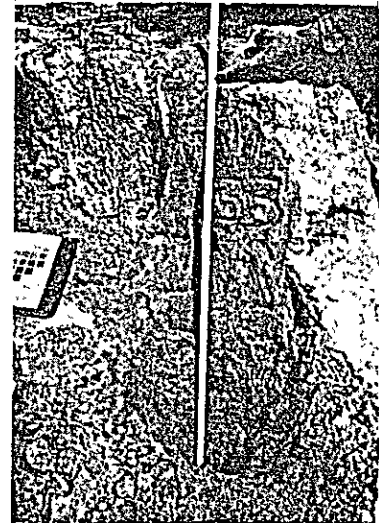
Sample N.17



Sample N.19

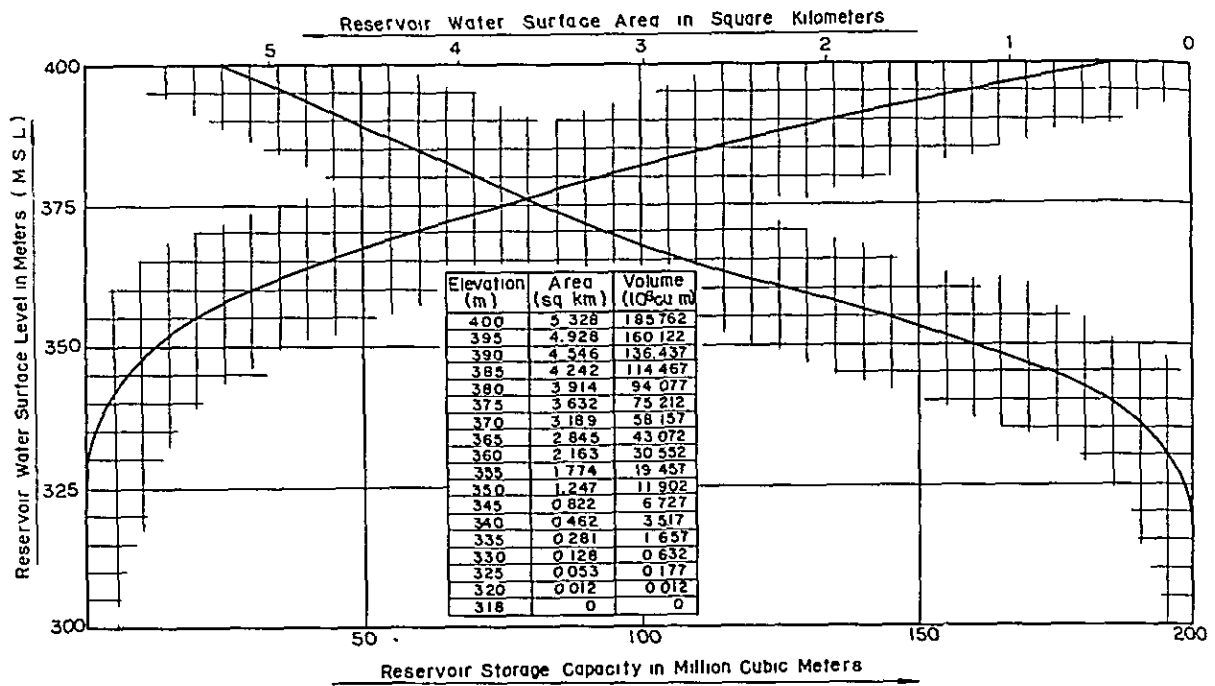


Sample N.23

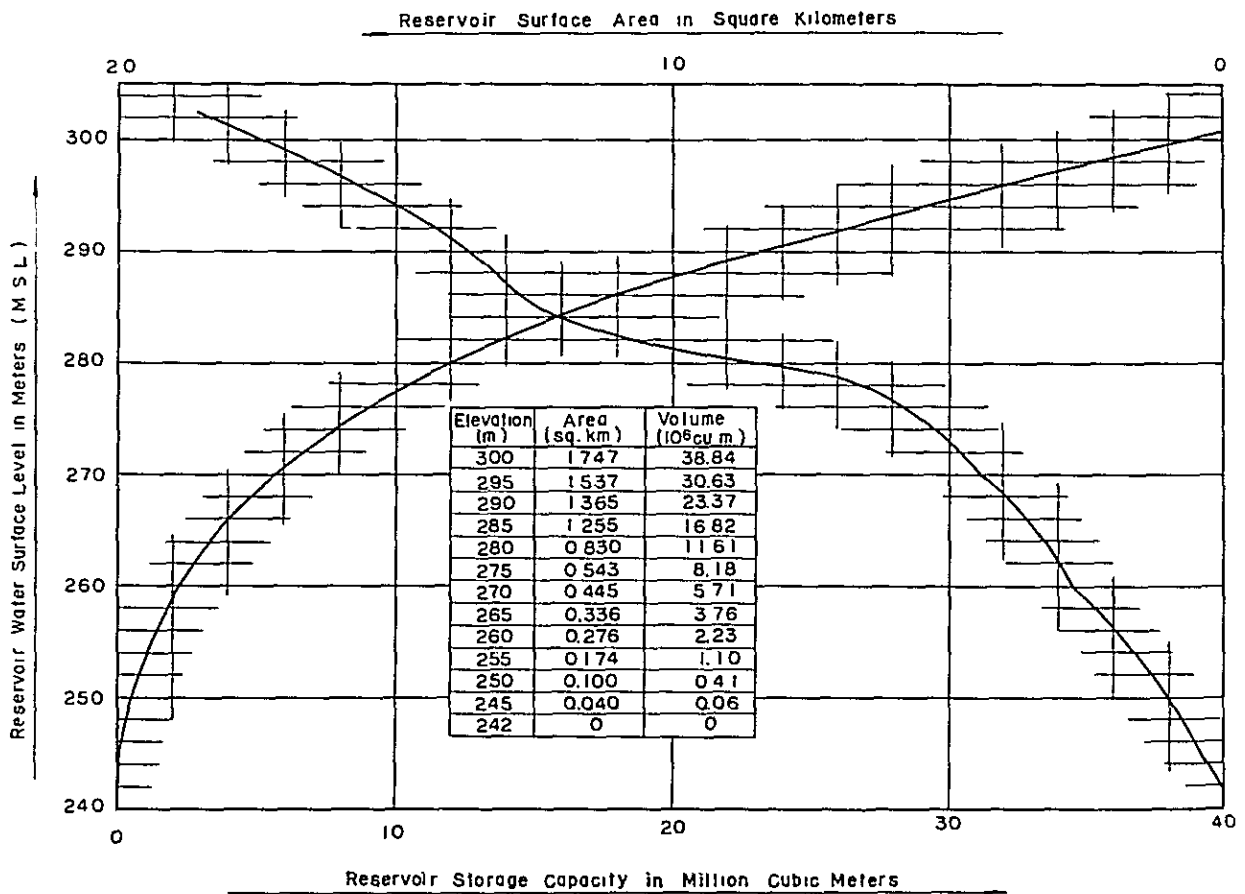


Sample N.35

APPENDIX FIG. 7-1 AREA CAPACITY CURVES FOR PRACHANTAKHAM NO.1 RESERVOIR



APPENDIX FIG. 7-2 AREA CAPACITY CURVES FOR PRACHANTAKHAM NO.2 RESERVOIR



表

TABLE 2 - 1	RECOMMENDED FUTURE INVESTIGATIONS
TABLE 3 - 1	AVERAGE YIELD PER HECTARE OF PADDY RICE PRODUCTION
TABLE 4 - 1	MONTHLY MEAN TEMPERATURE AT PRACHINBURI
TABLE 4 - 2	MONTHLY RAINFALL AT KABINBURI
TABLE 4 - 3	MONTHLY AVERAGE RUN-OFF AT WANG HEO
TABLE 4 - 4	MONTHLY AVERAGE RUN-OFF AT BAN SAPANHIN
TABLE 5 - 1	ECONOMIC COMPARISON AMONG A, B AND B' LINES
TABLE 6 - 1	AREA OF LAND HOLDING BY SIZE BY AMPHUR KABINBURI AND PRACHANTAKHAM
TABLE 6 - 2	TEST RESULTS OF WATER QUALITY
TABLE 6 - 3	TEST RESULTS OF WATER QUALITY
TABLE 6 - 4	TOTAL AREA OF HOLDINGS BY LAND USE BY AMPHUR
TABLE 6 - 5	PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTIC OF SOIL SAMPLES
TABLE 6 - 6	HOLDING, AREAS AND PRODUCTION OF MAIN CROPS IN CHANGWAD PRACHINBURI
TABLE 6 - 7	USE OF POWER ON HOLDING BY TENURE OF HOLDING
TABLE 6 - 8	USE OF SELECTED AGRICULTURAL EQUIPMENT ON HOLDINGS BY TENURE OF HOLDING
TABLE 6 - 9	USE OF FERTILIZERS AND SOIL DRESINGS ON HOLD BY TENURE OF HOLDING
TABLE 6 - 10	GROSS INCOME BY MAIN FRUITS
TABLE 6 - 11	PRODUCTION COST OF PADDY RICE PER HECTARE (Before completion of project)
TABLE 6 - 12	PRODUCTION COST OF FRUITS PER HECTARE (Before completion of project)
TABLE 6 - 13	PRODUCTION COST OF PADDY RICE PER HECTARE (After completion of project)
TABLE 6 - 14	PRODUCTION COST OF FRUITS PER HECTARE (After completion of project)
TABLE 6 - 15	CULTIVATION PERIOD OF PADDY RICE IN SAM CHOOK EXPERIMENTAL FARM (Central plain)
TABLE 6 - 16	GROSS INCOME AND NET EARNING OF PADDY RICE PER HECTARE
TABLE 6 - 17	COMSUMPTIVE USE BY BLANEY-CRIDDLE METHOD

TABLE 6 - 18	WATER REQUIREMENT FOR PADDY RICE (1ST-CROP)
TABLE 6 - 19	WATER REQUIREMENT FOR PADDY RICE (2ND-CROP)
TABLE 6 - 20	WATER REQUIREMENT FOR UPLAND CROPS
TABLE 6 - 21	COST ALLOCATION OF NO. 1 AND NO. 2 RESERVOIR
TABLE 6 - 22	COST ALLOCATION OF NO. 2 RESERVOIR (Without No. 1 Reservoir)

1. 測量調査

a. 地形図(実測に依る)

縮尺	1 : 2,000
等高線間隔	2 m
区域	Nam Sai Yai No. 1 ダムサイト周辺
	Nam Sai Yai No. 4 ダムサイト周辺
	Nam Sai Yai No. 1 発電所周辺
	Nam Sai Yai No. 4 発電所周辺

b. 地形図(米軍の航空写真に依る)

縮尺	1 : 10,000
等高線間隔	2.5 m
区域	かんがい地域

c. 河川縦断 Nam Sai Yai No. 1 貯水池からNo. 2 貯水池の間

2. 地質調査(ボーリングに依る)

Nam Sai Yai No. 1 ダムサイト	: 30 m × 9本
Nam Sai Yai No. 4 ダムサイト	: 30 m × 15本
Nam Sai Yai No. 1 発電所	: 20 m × 1本
Nam Sai Yai No. 4 発電所	: 20 m × 1本

3. 築堤材料調査と試験

Nam Sai Yai No. 1 ダムと発電所
Nam Sai Yai No. 4 ダムと発電所

4. 農業に関する調査

土地利用状況調査
土壌調査と土壌試験
排水状況

5. 流量調査

Nam Sai Yai No. 1 ダムサイト
Nam Sai Yai No. 4 ダムサイト (Sai Yai 側と Sai Noi 側)
Prachantakham 川

APPENDIX TABLE 3-1 AVERAGE YIELD PER HECTARE OF PADDY RICE PRODUCTION

Unit : Ton			
Year	Whole Kingdom	Central Plain	Changwad Prachinburi
1958	1.36*1	*1	*1, 2
1959	1.29		
1960	1.39	1.50	1.09
1961	1.45	1.62	1.36
1962	1.49	1.65	1.19
1963	1.60	1.82	1.16
1964	1.62		1.10
1965	1.61		1.28
1966			1.25
Average	1.43	1.65	1.20

Source : *1 Statistical Year Book (1964)

*2 Area and Rice Production (Prachinburi)

*3 Agricultural Statistics of Thailand 1965

APPENDIX TABLE 4-1 MONTHLY MEAN TEMPERATURE AT PRACHINBURI

(Unit: °C)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
1951	27.0	28.6	30.4	31.0	29.3	28.0	27.7	28.0	27.7	27.6	28.0	25.8	28.3
1952	26.9	28.5	27.7	29.1	28.9	27.6	27.3	26.8	27.2	26.8	27.9	25.5	27.5
1953	27.2	26.8	28.4	29.4	27.4	26.9	27.2	26.8	27.2	27.8	27.6	27.2	27.5
1954	28.3	27.6	29.1	29.8	27.6	27.2	27.8	28.3	27.6	28.5	27.3	26.4	28.0
1955	26.1	28.8	30.4	30.0	29.5	28.3	28.9	28.7	28.2	28.3	26.4	25.8	28.3
1956	25.9	29.5	30.8	29.4	29.0	29.1	28.3	28.1	28.0	28.0	26.1	26.1	28.2
1957	27.3	28.5	29.9	30.6	31.6	29.2	28.6	28.5	27.8	27.8	28.2	27.6	28.8
1958	28.2	28.2	31.3	31.9	31.3	29.2	28.4	28.6	28.0	28.2	27.4	26.4	28.9
1959	27.1	29.9	29.2	31.1	29.9	30.8	28.1	28.5	28.4	28.4	28.5	28.6	29.0
1960	28.0	29.3	31.4	32.1	30.2	29.4	29.2	28.9	28.5	28.5	28.4	26.7	29.2
1961	26.5	29.2	30.0	31.1	29.2	29.0	28.4	28.4	28.3	28.4	28.5	27.6	28.7
1962	26.1	28.1	30.6	31.0	29.9	29.1	28.5	28.6	28.1	28.8	28.4	26.3	28.6
1963	24.8	28.8	30.2	30.9	31.6	29.5	28.6	28.5	28.4	28.1	28.4	26.9	28.7
1964	29.2	29.2	30.9	31.5	29.5	29.6	29.2	28.3	28.1	28.5	26.7	26.3	28.9
1965	26.4	29.1	30.0	30.7	29.1	28.6	28.9	28.8	28.3	28.7	28.5	28.4	28.8
1966	29.0	29.7	31.6	31.2	28.9	29.7	28.9	28.6	28.4	28.7	28.2	27.8	29.2
Average	27.1	28.7	30.1	30.7	29.6	28.8	28.4	28.3	28.0	28.2	27.8	26.8	28.5

APPENDIX TABLE 4-2 MONTHLY RAIN FALL AT KABINBURI

(Unit : m.m.)

Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total
'53-'54	61.5	243.3	229.0	242.3	218.2	257.9	109.3	19.1	0	0	0	51.7	1,432.3
'54-'55	182.8	170.0	142.9	229.6	267.9	441.3	58.7	0	0	0	10.4	38.1	1,541.7
'55-'56	150.5	136.1	239.2	125.1	264.3	217.3	129.5	74.9	0	8.6	0	0	1,345.5
'56-'57	107.9	144.0	257.7	231.6	182.2	494.5	123.8	32.2	0	0	21.6	96.0	1,691.5
'57-'58	19.1	135.9	117.6	148.0	198.5	258.1	260.3	0	0	28.1	18.2	2.4	1,186.2
'58-'59	71.0	112.7	139.6	236.3	279.6	302.7	82.3	0	0	0	31.8	24.3	1,280.3
'59-'60	125.6	70.5	47.1	324.8	214.4	198.1	135.3	77.3	0	0	0	31.8	1,224.9
'60-'61	24.9	97.5	192.9	143.4	288.6	321.7	180.9	0	0	0	0	61.2	1,311.1
'61-'62	113.3	447.9	269.6	424.8	610.4	306.1	184.1	0	0	0	0	66.6	2,422.8
'62-'63	73.8	128.1	267.6	329.9	89.4	389.7	171.1	0	0	0*	10.6*	76.5*	1,536.7
'63-'64	83.3*	80.3*	184.7	445.0*	320.8	216.8	197.5	45.0	0	0*	50.0*	24.0*	1,647.4
'64-'65	62.3*	80.6	115.8	44.2	336.1	231.5	212.5	0	0	0	40.9	0	1,123.9
'65-'66	30.7	0	170.1	96.8	139.8	305.0	105.9	39.9	0.9	3.0	79.8	22.7	994.6
'66-'67	54.2	417.7	248.8	344.8	528.0	284.9	188.8	25.0	11.7	6.4	10.8	0	2,121.1
'67-'68	72.8	254.5	84.4	442.3	464.1	199.5	213.0	21.6	0	0	0	0	1,752.2
Total	1,233.7	2,519.1	2,707.0	3,808.9	4,402.3	4,425.1	2,353.0	335.0	12.6	46.1	274.1	495.3	22,612.2
Average.	82.2	167.9	180.5	253.9	293.5	295.0	156.9	22.3	0.8	3.1	18.3	33.0	1,507.5

NOTE: * Estimated on the basis of Kabinburi and Prachinburi Rainfall

TABLE 4-3 MONTHLY AVERAGE RUN-OFF AT WANG HEO
(CATCHMENT AREA 295 sq.km)

(unit: c.m.s.)

Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual Average
'53-'54	0.5	2.9	7.3	10.5	14.4	15.3	16.6	7.3	2.1	0.7	0.6	0.4	6.6
'54-'55	0.5	3.1	6.5	13.6	16.6	19.4	18.0	5.9	1.8	0.6	0.5	0.3	7.3
'55-'56	0.3	3.0	12.5	18.7	13.4	13.0	15.1	11.7	3.3	1.1	0.9	0.7	7.8
'56-'57	0.7	2.6	7.0	15.2	15.5	32.5	22.4	8.2	2.4	0.8	0.7	0.4	9.1
'57-'58	0.5	1.9	6.3	10.7	14.5	17.2	28.2	10.8	3.2	1.1	1.0	0.7	8.0
'58-'59	0.7	2.4	7.1	14.6	15.4	16.6	17.8	7.0	2.0	0.7	0.6	0.4	7.1
'59-'60	0.5	2.2	4.0	18.9	14.1	17.4	18.0	8.7	2.5	0.9	0.7	0.6	7.4
'60-'61	0.6	1.8	4.6	10.6	14.5	16.6	22.8	8.9	2.5	0.9	0.7	0.6	7.1
'61-'62	0.6	4.2	8.2	14.9	31.9	31.0	21.8	9.0	2.6	0.9	0.7	0.6	10.5
'62-'63	0.6	3.1	8.7	16.6	16.5	15.3	18.9	6.5	1.9	0.7	0.6	0.4	7.5
'63-'64	0.5	1.4	5.6	5.9	13.2	14.0	17.2	9.6	2.8	0.9	0.8	0.6	6.1
'64-'65	0.2*	7.3*	5.9*	11.2*	7.8*	12.4*	22.8*	6.4*	1.8*	0.8*	0.6*	0.6*	6.5
'65-'66	0.4*	1.9*	18.3*	12.7*	35.4*	34.0*	20.7*	7.0*	2.2*	0.6*	0.4*	0.2*	11.2
'66-'67	0.3*	4.9*	8.2*	18.5*	30.5*	32.1*	16.9*	5.8*	1.4*	0.6*	0.4*	0.2*	10.1
'67-'68	0.4*	1.4*	10.3*	13.3*	22.3*	19.4*	21.2*	3.8*	1.1*	0.6*	0.4*	0.2*	7.9
Average	0.5	2.9	8.1	13.7	19.5	20.0	19.9	7.8	2.2	0.8	0.6	0.5	8.0

NOTE:

- (1) * Run-off observed actually
- (2) Other values were estimated on the basis of Kabinburi and Prachinburi Rainfall.

APPENDIX TABLE 4-4 MONTHLY AVERAGE RUN-OFF AT BAN SAPANHIN
(CATCHMENT AREA 636 sq. km)

(Unit : c.m.s.)

Year	(Unit : c.m.s.)												Annual Average
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	
'53-'54	0.6	5.5	21.9	24.6	36.3	50.2	40.8	10.3	3.3	1.7	1.3	0.7	16.4
'54-'55	0.6	9.5	19.2	33.9	59.5	66.2	39.6	7.4	2.4	1.2	1.1	0.5	20.1
'55-'56	0.5	5.7	25.1	48.6	33.2	49.4	32.2	20.2	6.6	3.1	2.5	1.4	19.0
'56-'57	1.0	5.0	20.7	38.4	39.3	78.7	49.5	12.1	4.0	1.9	1.6	0.9	21.1
'57-'58	0.7	3.3	18.5	25.4	36.3	57.8	65.6	17.5	5.7	2.6	2.4	1.2	19.8
'58-'59	1.0	4.3	21.2	36.7	39.1	57.6	39.3	9.3	3.1	1.4	1.3	0.7	18.0
'59-'60	0.6	4.0	10.3	49.3	35.3	58.8	39.6	13.3	4.3	2.1	1.8	0.9	18.4
'60-'61	0.7	2.8	12.3	24.9	36.5	55.8	51.9	12.3	4.0	1.9	1.6	0.9	17.2
'61-'62	0.7	8.8	25.1	37.4	75.8	74.5	49.3	13.8	4.5	2.1	1.8	0.9	24.6
'62-'63	0.7	5.9	26.6	42.4	59.0	50.0	47.4	8.6	2.8	1.4	1.1	0.5	20.6
'63-'64	0.5	2.1	15.7	11.4	32.5	45.3	37.4	15.0	5.0	2.1	1.5	0.8	14.1
'64-'65	0.5*	17.8*	14.7*	32.4*	27.9*	39.8*	68.4*	8.9*	2.4*	1.1*	1.1*	0.7*	18.0
'65-'66	0.5*	2.2*	33.8*	24.2*	60.6*	82.9*	41.1*	9.3*	2.7*	1.6*	0.8*	0.4*	21.6
'66-'67	0.5*	6.8*	20.7*	60.0*	85.7*	67.9*	29.3*	7.4*	2.2*	1.3*	0.8*	0.4*	23.6
'67-'68	0.6*	4.7*	13.1*	38.7*	67.0*	57.7*	37.5*	6.2*	2.4*	1.2*	0.5*	0.4*	19.2
Average	0.6	5.9	19.9	35.2	48.2	59.5	44.6	11.4	3.7	1.7	1.4	0.8	19.5

NOTE: (1) * Run-off observed actually

(2) Another values were estimated on the basis of Kabinburi and Prachinburi Rainfall

APPENDIX TABLE 5-1 ECONOMIC COMPARISON AMONG
A, B AND B'-LINES

	Unit	A-Line	B-Line	B'-Line
Construction Cost				
No.1 Reservoir	\$	3,912,900	3,912,900	3,912,900
	10 ³ ₪	80,800	80,800	80,800
No.2 Reservoir	\$	4,745,900	4,745,900	4,745,900
	10 ³ ₪	98,000	98,000	98,000
No.1 Power Station	\$	2,803,900	2,803,900	2,803,900
	10 ³ ₪	57,900	57,900	57,900
No.2 Power Station	\$	6,702,300	6,392,400	6,392,400
	10 ³ ₪	138,400	132,000	132,000
No.3 Power Station (Included No.3 Regulating Pond).	\$	9,036,500	10,653,900	10,653,900
	10 ³ ₪	186,500	220,000	220,000
No.4 Power Station	\$	8,450,500	9,927,500	9,927,500
	10 ³ ₪	174,500	205,000	205,000
Total	\$	35,652,000	38,436,500	38,436,500
	10 ³ ₪	736,200	793,700	793,700
Annual Cost				
	\$	2,310,000	2,494,000	2,494,000
	10 ³ ₪	47,700	51,500	51,500
Annual Benefit				
No.1 Power Station	\$	130,800	130,800	130,800
	10 ³ ₪	2,700	2,700	2,700
No.2 Power Station	\$	426,100	450,400	450,400
	10 ³ ₪	8,800	9,300	9,300
No.3 Power Station	\$	1,830,500	1,627,100	1,627,100
	10 ³ ₪	37,800	33,600	33,600
No.4 Power Station	\$	566,600	678,000	648,900
	10 ³ ₪	11,700	14,000	13,400
Total	\$	2,954,000	2,886,300	2,857,200
	10 ³ ₪	61,000	59,600	59,000
Excess Benefit				
	\$	644,000	392,200	363,200
	10 ³ ₪	13,300	8,100	7,500
Benefit Cost Ratio				
		1.28	1.16	1.15

APPENDIX TABLE 6-1 AREA OF LAND HOLDING BY SIZE BY
 AMPHUR KABINBURI AND PRACHANTAKHAM

Amphur Size (Rai)	Kabinburi		Prachantakham	
	Area Rai	%	Area Rai	%
Under - 1.9	69	-	35	-
2 - 3.9	942	0.3	294	0.2
4 - 5.9	1,619	0.5	788	0.6
6 - 7.9	1,786	0.6	751	0.6
8 - 9.9	2,148	0.7	1,062	0.8
10 - 14.9	10,054	3.4	4,686	3.7
15 - 19.9	14,096	4.7	6,577	5.1
20 - 24.9	19,464	6.5	9,139	7.1
25 - 29.9	21,234	7.1	9,506	7.4
30 - 34.9	26,336	8.8	10,707	8.3
35 - 39.9	19,924	0.7	10,883	8.5
40 - 44.9	20,059	6.7	10,443	8.1
45 - 49.9	16,392	5.5	8,599	6.7
50 - 54.9	31,346	10.4	10,380	8.1
55 - 59.9	12,210	4.1	5,808	4.5
60 - 99.9	64,053	21.5	28,901	22.5
100 - 139.9	20,021	6.7	7,129	5.6
140 - Over	16,413	5.5	2,592	2.0
Total	298,166	100.0	128,280	100.0

APPENDIX TABLE 6-2 TEST RESULTS OF WATER QUALITY

River	Time of Sampling	Unit: p.p.m											Turbidity	PH	Hardness			
		Ca	Mg.	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl	SiO ₂	Fe	PO ₄	NO ₃ -N				NH ₄ -N	Albumi- noid-N	KMnO ₄
Sai Yai	1968-Mar.	1.6	0.5	1.4	0.5	9.0	nil	5.0	6.0	0.44	0.032	0.158	0.092					8.0
Sai Noi	1968-Mar.	1.6	0.7	2.2	0.7	13.0	nil	8.0	3.0	0.99	0.030	0.071	0.042					8.0

APPENDIX TABLE 6-3 TEST RESULTS OF WATER QUALITY

River	Time of Sampling	Unit: p.p.m											Turbidity	PH	Hardness					
		Ca	Mg.	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl	SiO ₂	Fe	PO ₄	NO ₃ -N				NH ₄ -N	Albumi- noid-N	KMnO ₄	T.D.S	T.S.S
	1956-Jul.	2.3	0.5	1.8	1.0	13.3	2.0	0.7	8.2	0.15	0.0	0.48	0.03	0.18	8.8	33	-	81.9	6.0	7.9
	Aug.	2.9	0.6	1.6	0.8	14.7	0.0	0.3	8.3	0.03	0.0	0.01	0.13	0.14	9.7	31	40.6	43.0	6.0	9.8
	Oct.	6.5	1.7	2.2	0.8	33.0	1.4	1.2	9.4	0.03	0.0	0.02	0.05	0.01	6.1	45	32.6	27.4	6.5	23.2
	Nov.	8.1	2.5	4.9	0.8	41.3	3.6	3.6	11.6	0.04	0.0	0.02	0.03	0.00	3.7	60	26.8	22.5	6.6	30.3
Prachin-	Dec.	8.1	2.8	5.9	1.0	41.9	3.0	5.2	11.0	0.03	0.0	0.04	0.02	0.01	7.8	68	42.6	19.5	6.5	31.8
huri	1957-Jan.	9.9	4.2	9.8	1.4	50.7	5.3	11.1	13.6	0.05	0.0	0.12	0.18	0.26	16.6	85	53.3	43.5	6.5	42.2
	Feb.	12.6	4.4	13.1	2.0	61.3	8.0	15.9	14.3	0.08	0.0	0.21	0.09	0.25	2.8	110	76.2	24.2	6.7	49.5
	Mar.	13.4	4.8	14.9	2.3	68.2	10.0	19.4	15.1	0.05	0.0	0.24	0.10	0.23	3.3	114	132.8	40.8	6.5	53.4
	Apr.	12.4	6.9	15.3	3.5	59.1	11.8	19.4	16.4	0.06	0.0	0.17	0.08	0.10	2.8	120	23.9	114.2	6.5	59.2
	May.	11.0	3.6	16.5	1.8	55.5	9.1	20.5	17.7	0.03	0.0	0.26	0.06	0.11	3.9	120	163.0	118.8	6.6	42.4
	Jun.	5.5	1.4	6.9	3.8	25.8	8.2	8.4	11.6	0.10	0.0	0.39	0.17	0.04	3.3	73	156.6	225.2	6.2	19.7
Average		8.4	3.0	8.4	1.7	42.3	5.7	9.6	12.5	0.06	0.0	0.18	0.09	0.10	6.3	78.1	74.8	69.2	6.4	33.6

Source : Chemical investigation on River Waters of South - Eastern Asiatic Countries (report 1)
The Quality of waters of Thailand by J. Kobayashi, Okayama University, Japan.

APPENDIX TABLE 6-4 TOTAL AREA OF HOLDINGS BY LAND USE BY AMPHUR

Amphur	Total Area of holding	Area in Rai (ha)													
		Arable Land		Fallow and others		Land in tree Crops		Pasture Land		Wood Land		Other Land			
		Total Area	%	Total Area	%	Total Area	%	Total Area	%	Total Area	%	Total Area	%		
Kabinburi	298,097 (47,696)	217,865 (34,858)	73.1	66,496 (10,639)	22.3	12,975 (2,076)	4.4	9,348 (1,496)	3.1	2,182 (349)	0.7	50,129 (8,021)	16.8	5,598 (896)	1.9
Prachanta -Kham	128,245 (20,519)	114,377 (18,300)	89.2	48,435 (7,750)	37.8	3,692 (591)	2.9	2,529 (405)	2.0	124 (20)	0.1	2,044 (327)	1.6	5,479 (877)	4.3
Total	426,342*1 (68,215)	332,242 (53,158)	77.4	114,931 (18,389)	26.9	16,667 (2,666)	3.9	11,877 (1,901)	2.8	2,306 (369)	0.5	52,173 (8,348)	12.2	11,077 (1,773)	2.5
Changwad Total	1,322,499*1 (211,600)	1,051,039 (168,166)	79.5	472,135 (75,542)	35.7	62,869 (10,059)	4.8	34,775 (5,564)	2.6	8,784 (1,406)	0.7	131,025 (20,964)	9.9	34,007 (5,441)	2.6
	1,322,980*2 (211,677)														

*1 Excludes holdings under 2 Rai (Total 481 Rai)

*2 Includes Holdings under 2 Rai (Total 481 Rai)

Source : Census of Agriculture 1963

MAENAM HANUMAL (RIGHT BANK AREA)

Serial Number of Sample	Site of Samples	Top Soil		Chemical Characteristic										NaCl %
		Texture	Colour	PH	NH ₄ -N mg	NO ₃ -N mg	P ₂ -O ₅ mg	K ₂ O mg	Phosphate Absorption	CaO %	Al ₂ O ₃ mg	MgO mg	Mn ₂ O ₃ p.p.m	
N 11	Paddy Field	Silty Clay Loam	Dull Yellowish Orange	5.0	2.5	Less than 0.125	0.1		850	Less than 0.07	5	Less than 5	More than 30	0.05
14	Grass Land	Sandy Loam	Dull Yellowish Brown	5.0			0.1			Less than 0.07	10			
N 18	Paddy Field	Silty Clay Loam	Grayish Brown	5.5	Less than 1	Less than 0.125	0.1			Less than 0.07	5	15	10	0.01
13	Paddy Field	Loam	Yellowish Orange	5.5			0.1			0.15	15			
N 17	Upland	Silty Clay Loam	Dull Orange	5.0	Less than 1	Less than 0.125	0.1		Less than 500	Less than 0.07	5	25	10	
N 14	Paddy Field	Silty Clay Loam	Grayish Brown	5.0	Less than 1	Less than 0.125	0.1			Less than 0.07	5	Less than 5	More than 30	0.01
14	Grass Land	Sandy Loam	Dull Yellowish Brown	5.0			0.1			Less than 0.07	10			
8	Paddy Field	Sandy Loam	Dull Orange	4.5			0.1			Less than 0.07	10			
15	Forest	Sandy Loam	Dull Yellowish Brown	4.5			0.1			Less than 0.07	10			
N 15	Forest	Silty Clay Loam	Dull Orange	5.0	2.5	0.5	0.1	0	Less than 500	Less than 0.07	5	35	More than 30	0.05
N 13	Paddy Field	Silty Loam	Dull Orange	5.5	Less than 1	Less than 0.125	0.1		Less than 500		5	Less than 5	More than 30	More than 0.15
16	Upland	Loam	Dull Orange	5.0			0.1			Less than 0.07	10			
7	Paddy Field	Loam	Dull Brown	4.5			0.1			Less than 0.07	15			
6	Forest	Sandy Loam	Dull Brown	4.5			0.1			0.15	5			
N 12	Paddy Field	Loam	Dull Orange	5.0	Less than 1	Less than 0.125	0.1			Less than 0.07	5	Less than 5	More than 30	0.01
4	Paddy Field	Sandy Loam		5.5			0.1			Less than 0.07	5			
22	Paddy Field	Sandy Loam		5.0			0.1			Less than 0.07	5			
4	Paddy Field	Sandy Loam	Light Reddish Gray	5.5			0.1			0.10	5			
N 16	Upland	Silty Clay Loam	Brown	6.5	Less than 1	Less than 0.125	0.1	0	Less than 500	More than 0.20	5	25	More than 30	0.01
16	Upland	Loam	Grayish Orange	5.0			0.1			Less than 0.07	10			
N 23	Paddy Field	Silty Clay Loam	Dull Brown	5.5	Less than 1	0.5	0.1			0.10	5	35	More than 30	0.005
18	Paddy Field	Loam	Yellowish Orange	5.0			0.1			0.15	5			
21	Paddy Field	Loam	Dark Grayish Orange	5.0			1.0			0.15	10			
N 19	Paddy Field	Sandy Loam	Grayish Brown	5.0	2.5	Less than 0.125	0.1			Less than 0.07	5	15	10	0.01
17	Paddy Field	Loamy Sand	Dull Yellowish Orange											
N 22	Upland	Silty Clay Loam	Brown	7.0	Less than 1	Less than 0.125	0.1		Less than 500	0.10	5	25	10	0.01
N 21	Paddy Field	Sandy Loam	Dull Orange	5.5	2.5	Less than 0.125	0.1			Less than 0.07	5	15	10	0.01
19	Paddy Field	Loamy Sand	Dull Yellowish Orange	4.5			0.1			Less than 0.07	5			
N 20	Paddy Field	Loam	Dull Orange	5.0	Less than 1	Less than 0.125	0.1			Less than 0.07	5	Less than 5	5	0.01
20	Paddy Field	Sandy Loam	Dull Orange	5.0			0.1			Less than 0.07	5			
N 24	Paddy Field	Sandy Loam	Dull Orange	5.5	Less than 1	Less than 0.125	0.1			Less than 0.07	5	Less than 5	10	0.01

APPENDIX TABLE 6-5 PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTIC OF SOIL SAMPLES

APPENDIX TABLE 6-6 HOLDING, AREAS AND PRODUCTION OF MAIN CROPS IN CHANGWAD PRACHINBURI

Crops	Total Holdings	Holdings reporting	Planted Area in Rai (ha)	Harvested Area in Rai (ha)	Number of trees	Number of bearing trees	Average yield per Rai (ha)		Ave. per holding Reporting	Ave. No. of trees per holding reporting
							Planted Area	Harvested Area		
Rice	38,693	31,887	1,046,730 (167,177)	935,744 (147,719)			173.8 (1.09)	194.4 (1.22)		
Maize	38,693	197	2,797 (448)	2,228 (356)			186 (1.16)	234 (1.46)		
Fresh Chilli	40,237	339	376 (60)					1.1 (0.18)		
Water Melon	40,237	425	757 (121)					1.8 (0.29)		
Stem Vegetable	40,237	573	812 (130)					1.4 (0.22)		
Tuber & Root crop	40,237	1,714	5,332 (853)					3.1 (0.50)		
Fruits Bearing Vegetable	40,237	1,838	3,525 (564)					1.9 (0.30)		
Coconut	40,237	22,602			150,428	34,352				7
Durian	40,237	1,169			25,559	2,719				22
Mango	40,237	21,817			170,562	106,625				8
Sugar palm	40,237	4,011			32,145	9,414				8
Rambutan	40,237	1,797			25,187	10,110				14
Orange	40,237	7,973			34,859	15,983				1
Lime	40,237	8,506			24,167					3
Tamarind	40,237	14,333			39,248					3
Jack fruit	40,237	14,643			65,168					4
Betel-nut	40,237	6,222			48,227					8
Kapok	40,237	14,776			130,810					9
Dried Chilli	40,237	726		527 (84)				22 (0.14)		
Sesame	40,237	495		1,139 (182)				49 (0.31)		
Groundnut *1	40,237	1,503		5,304 (849)				137 (0.86)		
Pine apple *2	40,237	2,083		1,149 (184)				249 (1.56)		
Banana	40,237	3,565		3,959 (633)				420 (2.63)		

*1 Yield per Rai in number instead of Kg.

*2 Yield per Rai in Bunch instead of Kg.

Source : Census of Agriculture 1963 (Changwad Prachinburi)

APPENDIX TABLE 6-7 USE OF POWER ON HOLDING BY
TENURE OF HOLDING

	No. of holding	Percent of total
Human power only	5,103	13.2
Animal power	31,044	80.2
Mechanical power	381	1.0
Animal & mechanical power	2,165	5.6
Total Holding	38,693	100.0

Source: Census of Agriculture 1963

APPENDIX TABLE 6-8 USE OF SELECTED AGRICULTURAL
EQUIPMENT ON HOLDING BY TENURE
OF HOLDING.

	Holdings Reporting	Percent of Total
Electric or gasoline Motors	338	0.9
Tractors	1,957	5.1
Sprayers	502	1.3
Threshers	33	0.1
Wind milts and water wheels	6	-
Total Holding	38,693	7.4

Source: Census of Agriculture 1963

APPENDIX TABLE 6-9 USE OF FERTILIZERS AND SOIL DRESSINGS
ON HOLDINGS BY TENURE OF HOLDING.

	Holdings Reporting	Percent of Total
Chemical fertilizers	620	1.6
Other fertilizers	11,694	30.2
Chemical and others	1,360	3.5
Soil dressings	107	0.3
Total Holdings	38,693	35.6

Source : Census of Agriculture 1963.

APPENDIX TABLE 6-10 GROSS INCOME BY MAIN FRUITS

Name	Number of Tree (Hectare)	Average Yield per Tree	Unit Price (\$)	Income Per ha (\$)
Durian	45	50	1.00	2,250
Orange	300	50*	1.00	1,500
Coconut	144			
Banana				305

* Average Yield per kg.

APPENDIX TABLE 6-11 PRODUCTION COST OF PADDY RICE
 PER HECTARE (Before Completion
 of Project)

Item	Production Cost (\$)	Remarks
Seed or Seedling	3.8	Paddy Rice : 1st-crop only
Fertilizer and Manure	-	Yield : 1.2 ton/ha
Extermination of Noxious Insects and Diseases	-	
Agricultural Implement	3.5	
Building (Depreciation and Maintenance)	2.4	
Draft Animals	7.3	
Labor	14.6	
Duties and Taxes	0.3	
Subtotal	31.9	
Capital Interest	0.96	
Total	32.86 *1 34.50 *2	
Gross Income	72.2	$1.2^t \times 58.5^{\$} = 70.2^{\$}$
Net Earning	37.34 *1 35.70 *2	
Net Earning Ratio	53.0% *1 51.0% *2	

NOTE : *1 The figures without parenthesis corresponds to harvesting area.

*2 The figures in the parenthesis corresponds to planted area.

APPENDIX TABLE 6-12 PRODUCTION COST OF FRUITS PER
HECTARE (Before Completion of Project)

Item	Production Cost (\$)	Remarks
Seed or Seedling	120	
Fertilizer and Manure	110	
Extermination of Noxious Insects and Diseases	70	
Agricultural Implement	15	
Building (Depreciation and Maintenance)	5	
Draft Animals	-	
Labor	145	
Duties and Taxes	3	
Water Charge	132	Fuel ; 22, pipe line and others; 55, Amortization for pumping up facilities; 55.
Miscellaneous Materials	15	
Subtotal	615	
Capital Interest	18	
Total	633	
Gross Income	1,000	
Net Earning	367	
Net Earning Ratio	37%	

APPENDIX TABLE 6-13 PRODUCTION COST OF PADDY RICE
PER HECTARE (After Completion of
Project)

Item	Production Cost (\$)	Remarks
Seed or Seedling	3.8	Paddy Rice: 1st-crop only
Fertilizer and Manure	5.9	Yield: 2.0 ton/ha
Extermination of Noxious Insects and Diseases	0.6	
Agricultural Implement	4.2	
Building (Depreciation and Maintenance)	3.4	
Draft Animals	8.8	
Labour	18.0	
Duties and Taxes	0.5	
Subtotal	45.2	
Capital Interest	1.35	
Total	46.55	
Gross Income	117.0	$2.0t \times 58.5\$ = 117\$$
Net Earning	70.45	
Net Earning Ratio	60%	

APPENDIX TABLE 6-14 PRODUCTION COST OF FRUITS PER
HECTARE (After Completion of
Project)

Item	Production Cost (\$)	Remarks
Seed or Seedling	120	
Fertilizer and Manure	110	
Extermination of Noxious Insects and Diseases	70	
Agricultural Implement	15	
Building (Depreciation and Maintenance)	5	
Draft Animals	-	
Labour	145	
Duties and Taxes	3	
Water Charge	55	
Miscellaneous Materials	15	
Subtotal	538	
Capital Interest	16	
Total	554	
Gross Income	1,000	
Net Earning	446	
Net Earning Ratio	45%	

APPENDIX TABLE 6-15 CULTIVATION PERIOD OF PADDY RICE
IN SAM CHOOK EXPERIMENTAL FARM
(Central Plain)

Item	Paddy Rice 1st - Crop	Paddy Rice 2nd-Crop
Variety	Bang-Phra	Leong Kamin
Transplanting	25 Jun. 1964	20 Feb. 1965
Transplanting - Tillering	25 Jun. - 10 July	20 Feb. - 7 Mar.
Tillering - Pregnancy	10 July - 24 Oct.	8 Mar. - 21 Apr.
Pregnancy - Heading	25 Oct. - 7 Nov.	22 Apr. - 2 May
Heading	7 Nov.	2 May
Heading - Dough Ripening	8 Nov. - 23 Nov.	5 May - 22 May
Drainage	23 Nov.	22 May
Harvesting	11 Dec.	8 June
Irrigation Period	151 days	90 days
Cultivation Period	168 days	107 days

Source : The Seminar on Agricultural Experimentation and Demonstration on Irrigated Land in the Lower Mekong Basin (23-26, Jan. 1966)

APPENDIX TABLE 6-16 GRASS INCOME AND NET EARNING
OF PADDY RICE PER HECTER

Year	Production ton	Gross income \$	Net Earning \$	Year	Production ton	Gross income \$	Net Earning \$
1	1.40	81.9	49.1	27	2.37	138.6	83.2
2	1.47	86.0	51.6	28	2.39	139.8	83.9
3	1.54	90.1	54.1	29	2.42	141.6	85.0
4	1.62	94.8	56.9	30	2.44	142.7	85.6
5	1.70	99.5	59.7	31	2.46	143.9	86.3
6	1.76	103.0	61.2	32	2.49	145.7	87.4
7	1.81	105.9	63.5	33	2.51	146.8	88.1
8	1.87	109.4	65.6	34	2.54	148.6	89.2
9	1.94	113.5	68.1	35	2.56	149.8	89.9
10	2.00	117.0	70.2	36	2.59	151.5	90.9
11	2.02	118.2	70.9	37	2.62	153.3	92.0
12	2.04	119.3	71.6	38	2.64	154.4	92.6
13	2.06	120.5	72.3	39	2.67	156.2	93.7
14	2.08	121.7	73.0	40	2.70	158.0	94.8
15	2.10	122.9	73.7	41	2.72	159.1	95.5
16	2.12	124.0	74.4	42	2.75	160.9	96.5
17	2.14	125.2	75.1	43	2.78	162.6	97.6
18	2.17	126.9	76.1	44	2.81	164.4	98.6
19	2.19	128.1	76.9	45	2.83	165.6	99.4
20	2.21	129.3	77.6	46	2.86	167.3	100.4
21	2.23	130.5	78.3	47	2.89	169.1	101.5
22	2.25	131.6	79.0	48	2.92	170.8	102.5
23	2.28	133.4	80.0	49	2.95	172.6	103.6
24	2.30	134.5	80.7	50	2.98	174.3	104.6
25	2.32	135.7	81.4	Average	2.32	135.6	81.33
26	2.35	137.5	82.5				

NOTE : 1) Price of paddy adopted is \$58.5/ton.
2) Net Earning Rate is assumed of 60% of the gross income.

APPENDIX TABLE 6-21 COST ALLOCATION OF NO.1 AND NO.2 RESERVOIRS

Item	Unit	No.1 P.S.	No.2 P.S. No.3 P.S.	No.4 P.S.	Total
(1) Annual cost to be allocated (No.1,2 Reservoirs)	\$ 10 ³ ₪				634,500 13,100
(2) Annual benefit (B)	\$ 10 ³ ₪	203,400 4,200	2,237,300 46,200	716,700 14,800	3,157,400 65,200
(3) Cost with purpose excluded	\$ 10 ³ ₪	203,400 4,200	1,157,400 23,900	619,900 12,800	1,980,700 40,900
(4) Remaining benefit	\$ 10 ³ ₪	0 0	1,079,900 22,300	96,800 2,000	1,176,700 24,300
(5) Percent distribution	%	0	92	8	100
(6) Remaining joint cost	\$ 10 ³ ₪	0 0	583,700 12,100	50,800 1,000	634,500 13,100
(7) Total annual cost (C)	\$ 10 ³ ₪	203,400 4,200	1,741,100 36,000	670,700 13,800	2,615,200 54,000
(8) Excess benefit (B-C)	\$ 10 ³ ₪	0 0	496,200 10,200	46,000 1,000	542,200 11,200
(9) Benefit cost ratio (B/C)		1.00	1.28	1.07	1.21

NOTE: Annual cost to be allocated No.1 Reservoir 285,700 \$ (5,900x10³ ₪)
 No.2 Reservoir 348,800 \$ (7,200x10³ ₪)
 Total 634,500 \$ (13,100x10³ ₪)

APPENDIX TABLE 6-22 COST ALLOCATION OF NO. 2
RESERVOIR (Without No.1 Reservoir)

Item	Unit	No. 2 P.S. No. 3 P.S.	No. 4 P.S.	Total
(1) Annual cost to be allocated (No. 2 Reservoir)	\$ 10 ³ ₱			348,800 7,200
(2) Annual benefit (B)	\$ 10 ³ ₱	2,237,300 46,200	716,700 14,800	2,954,000 61,000
(3) Cost with purpose excluded	\$ 10 ³ ₱	1,157,400 23,900	619,900 12,800	1,777,300 36,700
(4) Remaining benefit	\$ 10 ³ ₱	1,079,900 22,300	96,800 2,000	1,176,700 24,300
(5) Percent distribution	%	92	8	100
(6) Remaining joint cost	\$ 10 ³ ₱	320,900 6,600	27,900 600	348,800 7,200
(7) Total annual cost (C)	\$ 10 ³ ₱	1,478,300 30,500	647,800 13,400	2,126,100 43,900
(8) Excess benefit (B-C)	\$ 10 ³ ₱	759,000 15,700	68,900 1,400	827,900 17,100
(9) Benefit cost ratio (B/C)		1.51	1.11	1.39

